محتويات الكتاب

الباب الرابع: الكيميـــاء الحرارية



الفصل 1: المحتوى الحرارى.

الدرس الأول
- من: الطاقة.
- الى: ما قبل المحتوى الحرارى.

الدرس الثانى
- من: المحتوى الحرارى.
- الى: نهايـــة الفصـــل.





الفصل 2: صور التغير فى المحتوى الحرارى.

الدرس الأول
- من: التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الفيزيائية والكيميائية.
- الى: ما قبل التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الكيميائية.

الدرس الثانى
- من: التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الكيميائية.
- الى: نهايـــة الفصـــل.

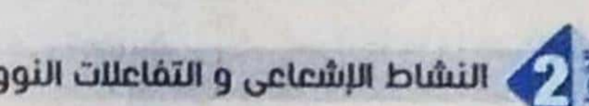
الباب الخامس: الكيميـــاء النووية

الفصل 1: نواة الذرة و الجسيمات الأولية.

الدرس الأول
- من: مكونات الذرة.
- الى: ما قبل القوى النووية القوية.

الدرس الثانى
- من: القوى النووية القوية.
- الى: نهايـــة الفصـــل.



الفصل 2: النشاط الإشعاعى و التفاعلات النووية.

الدرس الأول
- من: التفاعلات النووية.
- الى: ما قبل تفاعلات التحول الصناعى للعناصر.

الدرس الثانى
- من: تفاعلات التحول الصناعى للعناصر.
- الى: نهايـــة الفصـــل.



الباب الرابع

الكيمياء الحرارية

الفصل 1 المحتوى الحرارى.



الفصل 2 صور التغير فى المحتوى الحرارى.



بعد دراسة هذا الباب يجب أن يكون الطالب قادرًا على أن :

(١) يميز بين المفاهيم و القوانين الأساسية فى الكيمياء الحرارية.

(٢) يطبق العلاقة التى تربط بين كمية الحرارة و الحرارة النوعية و التغير فى درجة الحرارة.

(٣) يفسر التغير فى المحتوى الحرارى (الإنثالبى المولارى) المصاحب للتفاعلات الكيميائية.

(٤) يفسر التغير فى المحتوى الحرارى المصاحب للتغيرات الفيزيائية المختلفة.

(٥) يقارن بين أمثلة التفاعلات الطاردة و التفاعلات الماصة للحرارة.

(٦) يطبق شروط المعادلة الكيميائية الحرارية.

(٧) يطبق العلاقة بين طاقة التفاعلات الكيميائية و نوع التفاعل (طارد أم ماص للحرارة).

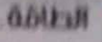
(٨) يستخلص التغير فى المحتوى الحرارى المصاحب للتغيرات الكيميائية من خلال البيانات المعطاة.

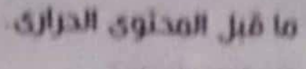
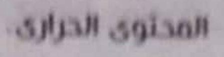
الفصل 1

المحتوى الحرارى

الدرس الأول | من الطاقة. | إلى ما قبل المحتوى الحرارى.

الدرس الثانى | من المحتوى الحرارى. | إلى نهاية الفصل.



أهم المفاهيم

- قانون بقاء الطاقة.
- علم الكيمياء الحرارية.
- علم الديناميكا الحرارية.
- النظام.
- الوسط المحيط.
- النظام المفتوح.
- النظام المغلق.
- النظام المعزول.
- القانون الأول للديناميكا الحرارية.
- السُعر.
- الجول.
- الحرارة النوعية.
- المحتوى الحرارى.
- التغير فى المحتوى الحرارى.
- المعادلة الكيميائية الحرارية.
- التفاعلات الطاردة للحرارة.
- التفاعلات الماصة للحرارة.
- طاقة الرابطة.

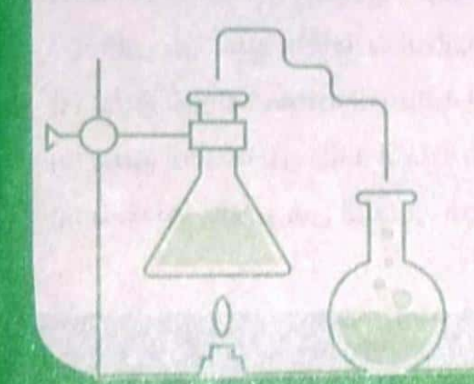
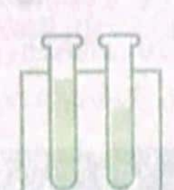
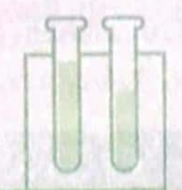
نواتج التعلم

بعد دراسة هذا الفصل يجب أن يكون الطالب قادرًا على أن :

(١) يستنتج العلاقة بين علم الكيمياء الحرارية و علم الديناميكا الحرارية و قانون بقاء الطاقة.
(٢) يقارن بين النظام المفتوح و النظام المغلق و النظام المعزول.
(٣) يفرق بين الحرارة و درجة الحرارة.
(٤) يحسب كمية الحرارة المكتسبة أو المفقودة فى الأنظمة المختلفة.
(٥) يحدد صور الطاقة المختزنة داخل المادة.
(٦) يحسب التغير فى المحتوى الحرارى للتفاعل الكيميائى.
(٧) يعبر عن التفاعل بمعادلة كيميائية حرارية.
(٨) يقارن بين التفاعلات الماصة للحرارة و التفاعلات الطاردة للحرارة.
(٩) يستنتج العلاقة بين طاقة الرابطة والتغير فى المحتوى الحرارى للتفاعل الكيميائى.

أهم العناصر

- الطاقة.
- علم الكيمياء الحرارية :
  - النظام و الوسط المحيط.
  - القانون الأول للديناميكا الحرارية.
  - الحرارة و درجة الحرارة.
  - الحرارة النوعية.
- حساب كمية الحرارة.
- المُسعر الحرارى.
- المحتوى الحرارى.
- المعادلة الكيميائية الحرارية.
- التفاعلات الطاردة و التفاعلات الماصة للحرارة.
- طاقة الرابطة.

الطاقة

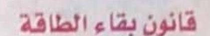
* للطاقة أهمية كبيرة فى حياتنا حيث لا نستطيع القيام بالأنشطة المختلفة (ذهنية ، عضلية) بدون الطاقة الناتجة من احتراق السكريات داخل أجسامنا.

القيام بالأنشطة العضلية يتطلب طاقة

قانون بقاء الطاقة

* للطاقة صور متعددة، منها :
  - الطاقة الكيميائية.
  - الطاقة الضوئية.
  - الطاقة الكهربية.
  - الطاقة الحركية.
  - الطاقة الحرارية.

* ورغم التعدد فى صور الطاقة والتى تبدو كل صورة منها وكأنها مستقلة بذاتها عن باقى الصور، إلا أنه توجد علاقة بين جميع صور الطاقة حيث يمكن أن تتحول الطاقة من صورة لأخرى، وهو ما يعبر عنه قانون بقاء الطاقة.



قانون بقاء الطاقة

الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من العدم ، لكن يمكن تحويلها من صورة إلى أخرى.

علم الكيمياء الحرارية

* يختص علم الكيمياء الحرارية بدراسة التغيرات الحرارية المصاحبة للتفاعلات الكيميائية والتغيرات الفيزيائية، ويعتبر هذا العلم أحد فروع علم الديناميكا الحرارية.

- اتحاد غازى الهيدروجين والأكسجين لتكوين الماء يعتبر تفاعل كيميائى.
- ذوبان ملح نترات الأمونيوم فى الماء يعتبر تغير فيزيائى.

علم الديناميكا الحرارية

العلم الذى يختص بدراسة الطاقة وكيفية انتقالها.

علم الكيمياء الحرارية

فرع من فروع الديناميكا الحرارية يختص بدراسة التغيرات الحرارية المصاحبة للتفاعلات الكيميائية والتغيرات الفيزيائية.

* ومن المفاهيم الأساسية المرتبطة بالكيمياء الحرارية :

1. النظام و الوسط المحيط.
2. القانون الأول للديناميكا الحرارية.
3. الحرارة و درجة الحرارة.
4. الحرارة النوعية.

١ النظام و الوسط المحيط

النظام

أى جزء من الكون يكون موضعًا للدراسة، تتم فيه تغيرات فيزيائية أو تفاعلات كيميائية.

الوسط المحيط

الحيز المحيط بالنظام والذى يمكن أن يتبادل معه المادة أو الطاقة أو كلاهما معًا.

* يمكن التعبير عن التفاعل الكيميائى كنظام، **كما يلى** :







العلاقة بين التفاعلات الكيميائية و الطاقة

* معظم التفاعلات الكيميائية تكون مصحوبة بتغير فى الطاقة (فقد أو امتصاص طاقة)، وذلك عن طريق تبادل الطاقة بين وسط التفاعل (النظام) والوسط المحيط به.



النظام والوسط المحيط

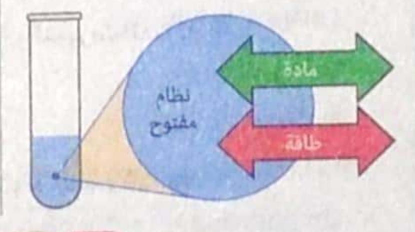
أنواع الأنظمة

* تصنف الأنظمة تبعًا لقابليتها لتبادل الطاقة والمادة مع الوسط المحيط **إلى** :

نظام مفتوح

النظام المفتوح

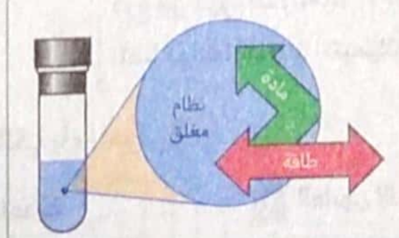
النظام الذى يسمح بتبادل كل من المادة والطاقة مع الوسط المحيط.



نظام مغلق

النظام المغلق

النظام الذى يسمح بتبادل الطاقة فقط مع الوسط المحيط على هيئة حرارة أو شغل.



نظام معزول

النظام المعزول

النظام الذى لا يسمح بتبادل أيًا من المادة أو الطاقة مع الوسط المحيط.



قارن بين النظام المفتوح و النظام المغلق و النظام المعزول.

الأشكال التالية تمثل ثلاثة أنظمة مختلفة، اذكر نوع النظام الذى يمثله كل شكل، مع التعليل.


(A)


(B)


(C)

الشكل	نوع النظام	التعليل
(A)	مغلق	**لأنه** يسمح بتبادل الطاقة فقط مع الوسط المحيط على هيئة حرارة.
(B)	معزول	**لأنه** لا يسمح بتبادل أيًا من المادة أو الطاقة مع الوسط المحيط.
(C)	مفتوح	**لأنه** يسمح بتبادل كل من المادة والطاقة مع الوسط المحيط.

علل : يعتبر الترمومتر الطبى نظام مغلق.

لأنه يسمح بتبادل الطاقة فقط مع الوسط المحيط على هيئة حرارة.

٢ القانون الأول للديناميكا الحرارية

* عندما يفقد النظام كمية من الطاقة يكتسبها الوسط المحيط والعكس صحيح، لذلك فإن :

أى تغير فى طاقة النظام ΔE_{system} يصاحبه تغير فى طاقة الوسط المحيط $\Delta E_{surrounding}$،

بمقدار مماثل ولكن بإشارة مخالفة ... **علل ؟** حتى تظل الطاقة الكلية مقدارًا ثابتًا.

$$\Delta E_{system} = - \Delta E_{surrounding}$$

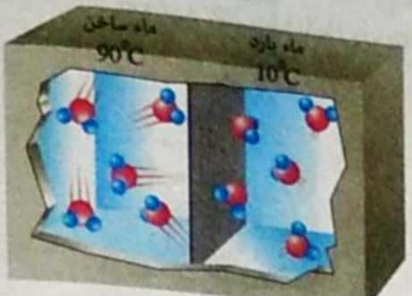
* ويختص القانون الأول للديناميكا الحرارية بدراسة تغيرات الطاقة الحادثة فى الأنظمة المعزولة.

القانون الأول للديناميكا الحرارية

الطاقة الكلية لأى نظام معزول تظل ثابتة، حتى لو تغير النظام من صورة لأخرى.

٢ الحرارة (Heat) و درجة الحرارة (Temperature)

* تعتبر الحرارة شكلًا من أشكال الطاقة، ويتوقف انتقالها من موضع (جسم) إلى آخر على الفرق فى درجة الحرارة بينهما.



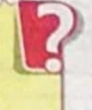
تزداد طاقة حركة جزيئات الماء بزيادة كمية الحرارة التى تكتسبها

درجة الحرارة

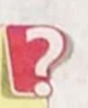
مقياس لمتوسط طاقة حركة جزيئات المادة، يُستدل منه على حالة الجسم من حيث السخونة أو البرودة.

* ذرات أو جزيئـات المادة تكون فى حالـة حركة (اهتزاز) دائمة، ولكن تتفاوت سرعتها فى المادة الواحدة.
* عند اكتساب المادة (النظام) كمية من الطاقة الحرارية، يـزداد متوسـط سـرعة جزيئاتها وبالتالـى يزداد متوسـط طاقة حركة الجزيئات مما يؤدى إلى ارتفاع درجة حرارة النظام والعكس صحيح.

أى أن العلاقة بين درجة حرارة النظام ومتوسط طاقة حركة جزيئاته علاقة طردية.



* **ماذا يحدث عند** اكتساب النظام طاقة حرارية من الوسط المحيط ؟
* **ما العلاقة بين** درجة حرارة النظام و طاقة حركة جزيئاته ؟



علل : يقال متوسط سرعة جزيئات المادة ولا يقال سرعة جزيئات المادة.

لتفاوت سرعة جزيئات المادة الواحدة.

وحدات قياس كمية الحرارة

١ السُعر

السعر (cal)

كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد (1 g) من الماء النقى بمقدار درجة واحدة مئوية (1°C) من 15°C إلى 16°C

٢ الجـول

الجول (J)

كميـة الحـرارة اللازمـة لـرفـع درجـة حـرارة جرام واحد (1 g) من الماء النقى بمقدار $\frac{1}{4.18}$ °C



العلاقة بين السُعر و الجول

$$1\ Cal = 4.18\ J$$

$$1\ J = \frac{1}{4.18}\ Cal$$

السُعر (cal) → × 4.18 → الجول (J)

الجول (J) → ÷ 4.18 → السُعر (cal)

تحويل وحدات قياس كمية الحرارة

٤ الحرارة النوعية (c)

الحرارة النوعية

كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد (1 g) من المادة بمقدار درجة واحدة مئوية (1°C)

ما معنى قولنا أن الحرارة النوعية للنحاس 0.385 J/g.°C ؟

أى أن كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1 g من النحاس بمقدار 1°C تساوى 0.385 J

* تُقدر الحرارة النوعية بوحدة J/g.°C

* والجدول التالى يوضح قيم الحرارة النوعية لبعض المواد :

المادة	النحاس	الحديد	الكربون	الألومنيوم	بخار الماء	الماء السائل
الحرارة النوعية (J/g.°C)	0.385	0.448	0.711	0.9	2.01	4.18

* ومنه نستنتج أن :

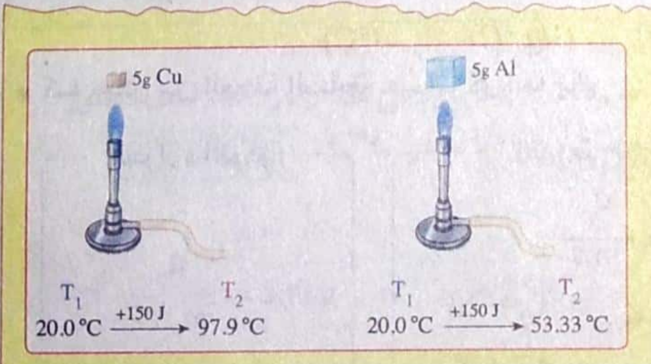
- الحرارة النوعية **خاصية مميزة** للمادة ... **علل؟** **لأنها** مقدار ثابت للمادة الواحدة، يختلف من مادة إلى أخرى.
- الحرارة النوعية للماء **أكبر** من الحرارة النوعية لأى مادة أخرى ... **علل؟** **لأن** كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1 g من الماء بمقدار 1°C أكبر مما لأى مادة أخرى.
- الحرارة النوعية للمادة الواحدة **تختلف باختلاف حالتها الفيزيائية**.

* المادة التى تحتاج لاكتساب كمية حرارة كبيرة لترتفع درجة حرارتها تكون حرارتها النوعية مرتفعة، ويستغرق رفع أو خفض درجة حرارة هذه المادة وقتًا طويلًا، والعكس صحيح.

علل : يقوم المزارعون فى البلدان ذات الجو شديد البرودة برش أشجار الفاكهة بالماء

لارتفاع الحرارة النوعية للماء فيستغرق خفض درجة حرارته وقتًا طويلًا، وهو ما يحمى ثمار الأشجار من التجمد.

ماذا يحدث عند تسخين كتلتان متساويتان من النحاس (حرارته النوعية 0.385 J/g.°C) والألومنيوم (حرارته النوعية 0.9 J/g.°C) لهما نفس درجة الحرارة الابتدائية لفترة زمنية متساوية باستخدام نفس مصدر الحرارة ؟ مع التعليل.



ترتفع درجة حرارة النحاس بدرجة أكبر من الألومنيوم، لأن الحرارة النوعية للنحاس أقل من الحرارة النوعية للألومنيوم.

حساب كمية الحرارة

* العمليات التى تتضمن تغير فى درجة الحرارة، قد تكون :

عمليات ماصة للحرارة

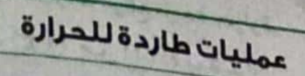


$T_{sur} > T_{sys}$

يكتسب النظام طاقة حرارية

تنتقل فيها الحرارة من الوسط المحيط إلى النظام، مما يؤدى إلى انخفاض درجة حرارة الوسط المحيط T_{sur} وارتفاع درجة حرارة النظام T_{sys} إلى أن تتساوى درجة حرارتهما

$(T_{sur} = T_{sys})$



عمليات طاردة للحرارة



$T_{sys} > T_{sur}$

يفقد النظام طاقة حرارية

تنتقل فيها الحرارة من النظام إلى الوسط المحيط، مما يؤدى إلى ارتفاع درجة حرارة الوسط المحيط T_{sur} وانخفاض درجة حرارة النظام T_{sys} إلى أن تتساوى درجة حرارتهما

$(T_{sys} = T_{sur})$

تتناسب كمية الحرارة الممتصة أو المنطلقة تناسبًا طرديًا مع مقدار التغير فى درجة الحرارة.

* يمكن حساب كمية الحرارة اللازمة لرفع أو خفض درجة حرارة النظام أو الوسط المحيط من العلاقة :

$$q_p = m \; c \; \Delta T$$

(J) (g) (J/g.°C) (°C)

- q_p : كمية الحرارة الممتصة أو المنطلقة q تحت ضغط ثابت p
- m : الكتلة
- c : الحرارة النوعية
- ΔT : التغير فى درجة الحرارة $\Delta T = T_2 - T_1$

* كما يمكن من العلاقة السابقة حساب كل مما يأتى :

الحرارة النوعية

$$c = \frac{q_p}{m \, \Delta T}$$

التغير فى درجة الحرارة

$$\Delta T = \frac{q_p}{m \, c}$$

$$T_{1\,(\text{درجة الحرارة الابتدائية})} = T_2 - \Delta T$$

$$T_{2\,(\text{درجة الحرارة النهائية})} = \Delta T + T_1$$

كتلة المادة

$$m = \frac{q_p}{c \, \Delta T}$$

؟ اكتب العلاقة الرياضية التى تربط بين كمية الحرارة المقاسة تحت ضغط ثابت و الحرارة النوعية.

أمثلة

(١) احسب كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 100 g من الماء النقى بمقدار 21.5°C

الحل :

$q_p = ?$ ، $m = 100\ g$ ، $\Delta T = 21.5°C$ ، $c = 4.18\ J/g.°C$

$q_p = mc\Delta T$

$= 100 \times 4.18 \times 21.5 = 8987\ J$

(٢) احسب كمية الحرارة (بالجول و السُعر) اللازمة لرفع درجة حرارة قطعة من الحديد كتلتها 1.3 g من 25°C إلى 46°C، علمًا بأن الحرارة النوعية للحديد 0.448 J/g.°C

الحل :

$q_p = ?$ ، $m = 1.3\ g$ ، $T_1 = 25°C$ ، $T_2 = 46°C$ ، $c = 0.448\ J/g.°C$

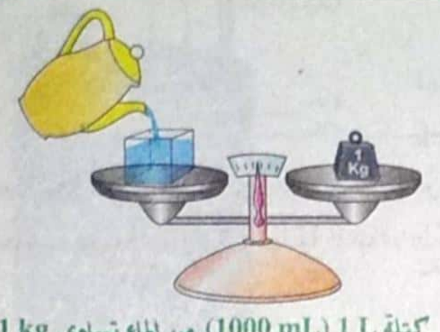
$\Delta T = T_2 - T_1 = 46 - 25 = 21°C$

$q_p = mc\Delta T = 1.3 \times 0.448 \times 21 = 12.23\ J$

$q_{p(cal)} = \frac{12.23}{4.18} = 2.926\ cal$

لتحويل كمية الحرارة من وحدة الجول (J) إلى وحدة السُعر (cal) يتم القسمة على 4.18

* فى المحاليل المخففة :
  - الحرارة النوعية للمحلول = الحرارة النوعية للماء (4.18 J/g.°C)
  - كتلة 1 mL من المحلول المخفف تساوى 1 g، لأن كثافة الماء $1\ g/cm^3$



كتلة 1 L (1000 mL) من الماء تساوى 1 kg

(٣) احسب كمية الحرارة المصاحبة لعملية ذوبان مول من نترات الأمونيوم فى مقدار من الماء لعمل محلول حجمه 100 mL، علمًا بأن درجة الحرارة قد انخفضت من 25°C إلى 17°C

الحل :

$q_p = ?$ ، $m = 100\ g$ ، $T_1 = 25°C$ ، $T_2 = 17°C$ ، $c = 4.18\ J/g.°C$

$q_p = mc\Delta T$

$= 100 \times 4.18 \times (17 - 25) = -3344\ J$

الإشارة السالبة لقيمة q_p تعنى أن الوسط المحيط فقد كمية من الحرارة مقدارها 3344 J وهى التى اكتسبها النظام



(٤) **احسب الحرارة النوعية** لمادة مجهولة كتلتها 155 g، ترتفع درجة حرارتها من 25°C إلى 40°C عندما تمتص كمية من الحرارة مقدارها 5700 J

الحل :

$c = ?$ ، $m = 155\ g$ ، $T_1 = 25°C$ ، $T_2 = 40°C$ ، $q_p = 5700\ J$

$$c = \frac{q_p}{m\,\Delta T}$$

$$= \frac{5700}{155 \times (40 - 25)}$$

$$= 2.45\ J/g.°C$$

(٥) **احسب قيمة الحرارة النوعية للماء بوحدة J/kg.°C**

الحل :

$\because\ C = 4.18\ J/g.°C$

$\therefore\ C\ (J/kg.°C) = 4.18 \times 1000$

$= 4180\ J/kg.°C$

(٦) عينة من الرمل كتلتها 6 kg ودرجة حرارتها الابتدائية 20°C اكتسبت كمية من الحرارة مقدارها 65000 J **احسب درجة الحرارة النهائية للعينة، علمًا بأن** الحرارة النوعية للرمل 840 J/kg.°C

الحل :

$m = 6\ kg$ ، $T_1 = 20°C$ ، $q_p = 65000\ J$ ، $T_2 = ?$ ، $c = 840\ J/kg.°C$

$$\Delta T = \frac{q_p}{m\,c}$$

$$= \frac{65000}{6 \times 840} = 12.897°C$$

$$T_2 = \Delta T + T_1$$

$$= 12.897 + 20 = 32.897°C$$

إذا كانت الكتلة مقدرة بوحدة (kg)
والحرارة النوعية مقدرة بوحدة (J/kg.°C)
فيمكن التعويض بهم فى القانون دون تحويل

المسعر الحرارى

التركيب

- إناء معزول «لمنع تبادل الطاقة و المادة مع الوسط المحيط».
- ترمومتر. • ساق للتقليب. • مواد متفاعلة «تمثل النظام المعزول».



مسعر حرارى
«مسعر كوب القهوة»

الاستخدام

* يستخدم فى قياس التغيرات الحادثة فى درجة حرارة التفاعلات الكيميائية بمعلومية كل من درجة الحرارة الابتدائية T_1، و درجة الحرارة النهائية T_2

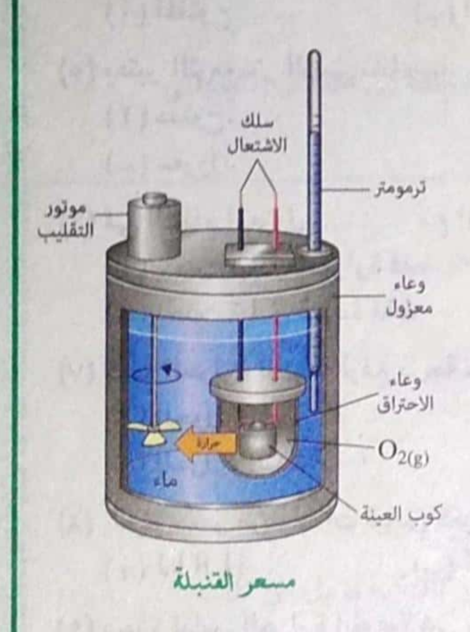
فكرة العمل

* يعمل المسعر الحرارى كنظام معزول للمواد التى بداخله ... **علل ؟**
لأنه يمنع فقد أو اكتساب أيًا من الطاقة أو المادة مع الوسط المحيط.
* وهناك عدة أنواع من المسعرات الحرارية، منها مسعر القنبلة.

مسعر القنبلة

الاستخدام

* يستخدم فى قياس حرارة احتراق بعض المواد.



مسعر القنبلة

طريقة الاستخدام

* يتم وضع كمية معلومة من المادة المطلوب حساب حرارة احتراقها فى وعاء معزول من الصلب يُعرف بوعاء الاحتراق والذى يحاط بسائل التبادل الحرارى (الماء غالبًا).
* يتم حرق المادة فى وفرة من غاز الأكسجين تحت الضغط الجوى المعتاد بواسطة سلك الاشتعال الكهربى.
* تنتقل كمية من الحرارة من النظام (المادة المحترقة) إلى الوسط المحيط (الماء) فترتفع درجة حرارة الماء بمقدار الطاقة الناتجة عن عملية الاحتراق.
* يتم تعيين حرارة احتراق المادة بدلالة الارتفاع فى درجة حرارة الماء.

ما السائل المستخدم كمادة يتم معها التبادل الحرارى فى مسعر القنبلة ؟ ولماذا ؟

الماء / لارتفاع حرارته النوعية مما يسمح له باكتساب أو فقد كمية كبيرة من الطاقة.

المحتوى الحرارى

* تختزن كل مادة قدرًا محددًا من الطاقة، يُعرف بالطاقة الداخلية، وهو يساوى محصلة **الطاقات الثلاث الآتية :**

٣ الطاقة المختزنة بين الجزيئات	٢ الطاقة المختزنة فى الجزىء	١ الطاقة المختزنة فى الذرة
* تتمثل فى قوى التجاذب بين جزيئات المادة حيث يوجد عدة قوى، منها : - قوى جذب ڤاندرڤال وهى عبارة عن طاقة وضع. - الروابط الهيدروچينية والتى تتوقف على طبيعة الجزيئات وقطبيتها.	تتمثل فى طاقة الروابط الكيميائية الموجودة بين ذرات كل جزىء (أو أيونات كل وحدة صيغة)، سواء كانت تلك الروابط تساهمية أو أيونية	تتمثل فى طاقة الإلكترونات فى مستويات الطاقة، وهى محصلة طاقتى الوضع والحركة لكل إلكترون فى مستوى طاقته

* ويطلق على محصلة هذه الطاقات الثلاث فى المول الواحد من المادة مصطلح المحتوى الحرارى أو الإنثالبى المولارى (H).

المحتوى الحرارى (الإنثالبى المولارى) H

مجموع الطاقات المختزنة فى مول واحد من المادة.

* يقدر المحتوى الحرارى بوحدة **kJ/mol**

ما معنى أن الإنثالبى المولارى لغاز NO_2 يساوى 33.58 kJ/mol ؟

أى أن مجموع الطاقات المختزنة فى 1 mol من غاز NO_2 يساوى 33.58 kJ

علل : يختلف المحتوى الحرارى من مادة لأخرى.

لاختلاف المواد عن بعضها فى عدد ونوع الذرات الداخلة فى تركيب الجزيئات (أو أيونات وحدات الصيغة) ونوع الروابط الموجودة بين تلك الذرات (أو الأيونات).

* لا يمكن عمليًا قياس الإنثالبى المولارى (المحتوى الحرارى) لمادة معينة، ولكن يمكن تعيين التغير فى الإنثالبى المولارى (التغير فى المحتوى الحرارى) للتفاعل ΔH عند تحول المادة إلى مادة أخرى أثناء التفاعل الكيميائى.

التغير فى المحتوى الحرارى ΔH

الفرق بين مجموع المحتوى الحرارى للنواتج ومجموع المحتوى الحرارى للمتفاعلات.

التغير فى المحتوى الحرارى = المحتوى الحرارى للنواتج - المحتوى الحرارى للمتفاعلات

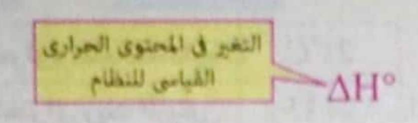
* ويمكن كتابته على الصورة :

$$\Delta H = H_{prod} - H_{react}$$

«نواتج» «متفاعلات»

* ويطلق على التغير فى المحتوى الحرارى لأى تفاعل يتم فى الظروف القياسية مصطلح التغير فى المحتوى الحرارى القياسى ΔH° والذى يحدد من العلاقة :

الظروف القياسية عند حساب ΔH°
* الضغط = 1 atm «الضغط الجوى المعتاد»
* درجة الحرارة = 25°C «درجة حرارة الغرفة»
* التركيز = 1 M «التركيز المولارى»



$$\Delta H^\circ = \frac{-q_p}{n}$$

q_p: كمية الحرارة (المنطلقة أو الممتصة)

n: عدد مولات المادة

* مع مراعاة الإشارات الموضحة بالجدول التالى :

	العمليات الطاردة للحرارة	العمليات الماصة للحرارة
التغير فى درجة الحرارة	$+\Delta T$	$-\Delta T$
الطاقة الحرارية المصاحبة للنظام (كمية الحرارة)	$+q$ (طاقة منطلقة)	$-q$ (طاقة ممتصة)
مقدار التغير فى المحتوى الحرارى	$-\Delta H$	$+\Delta H$

أمثلة

(١) احسب كمية الحرارة المنطلقة من احتراق 5.76 g من غاز الميثان CH_4 فى وفرة من غاز الأكسجين عند ثبوت الضغط، تبعًا للتفاعل : [C = 12 , H = 1]

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} CO_{2(g)} + 2H_2O_{(v)} \quad \Delta H^\circ = -890 \text{ kJ/mol}$$

الحل : الكتلة المولية لمركب $CH_4 = 12 + (1 \times 4) = 16$ g/mol

عدد المولات $(n) = \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{الكتلة المولية للمادة}} = \frac{5.76}{16} = 0.36$ mol

$$\because \Delta H^\circ = \frac{-q_p}{n}$$

$$\therefore q_p = -\Delta H^\circ \times n = -(-890 \times 0.36) = +320.4 \text{ kJ}$$

(٢) احسب كمية الحرارة الممتصة عند تفكك 85 g من غاز النشادر، تبعًا للمعادلة التالية :

$$NH_{3(g)} \longrightarrow N_{2(g)} + \frac{3}{2}H_{2(g)} \quad \Delta H^\circ = +46\ kJ/mol$$

[N = 14 , H = 1]

الحل :

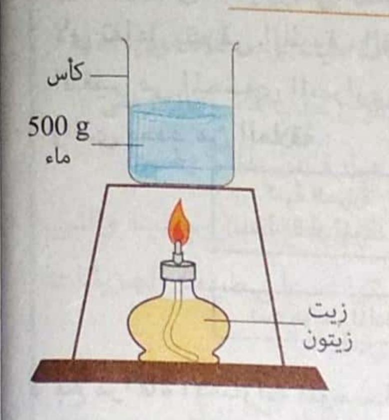
الكتلة المولية لمركب $NH_3 = 14 + (1 \times 3) = 17$ g/mol

عدد المولات (n) = $\frac{\text{كتلة المادة}}{\text{الكتلة المولية للمادة}} = \frac{85}{17} = 5$ mol

$$\because \Delta H^\circ = \frac{-q_p}{n}$$

$$\therefore q_p = -\Delta H^\circ \times n = -(+46 \times 5) = -230\ kJ$$

(٣) الشكل المقابل يعبر عن عملية تسخين 500 g من الماء بالطاقة الحرارية الناتجة من احتراق زيت الزيتون، مستعينًا بالجدول التالى :



درجة حرارة الماء الابتدائية	21°C
ΔH لاحتراق زيت الزيتون	– 41 kJ/g
كمية الحرارة المفقودة	28 kJ

احسب درجة الحرارة النهائية للماء بعد الاحتراق التام لـ 2.97 g من زيت الزيتون.

الحل :

كمية الحرارة المنطلقة من احتـراق 2.97 g من زيت الزيتون :

$$q_{p(\text{زيت الزيتون})} = -(\Delta H \times m)$$

$$= -(-41 \times 2.97) = 121.77\ kJ$$

إذا كانت قيمة ΔH مقدرة بوحدة (kJ/g)
فيتم التعويض فى القانون بالكتلة (m)
بدلًا من عدد المولات (n)

كمية الحرارة اللازمة لتسخين 500 g من الماء = كمية الحرارة المنطلقة – كمية الحرارة المفقودة

$$q_{p(\text{ماء})} = q_{p(\text{زيت الزيتون})} - q_{p(\text{المفقودة})}$$

$$= 121.77 - 28 = 93.77\ kJ = 93770\ J$$

$$\because q_{p(\text{ماء})} = mc\Delta T$$

$$\Delta T = \frac{q_p}{mc} = \frac{93770}{500 \times 4.18} = 44.87°C$$

$$\therefore T_2 = \Delta T + T_1 = 44.87 + 21 = 65.87°C$$

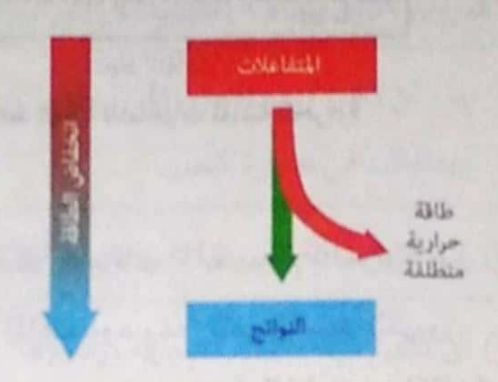
التفاعلات الطاردة للحرارة و التفاعلات الماصة للحرارة

تصنف التفاعلات الكيميائية تبعًا للتغيرات الحرارية المصاحبة لها إلى :

تفاعلات طاردة للحرارة

التفاعلات الطاردة للحرارة

تفاعلات ينتج عنها انطلاق طاقة حرارية، كناتج من نواتج التفاعل إلى الوسط المحيط، فترتفع درجة حرارته.

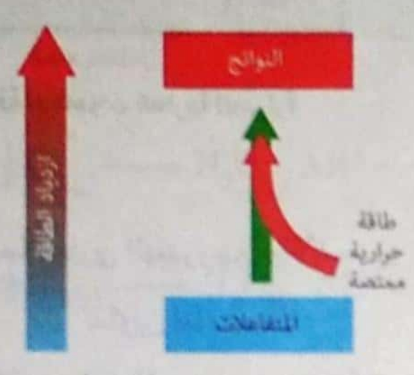


تفاعلات طاردة للحرارة

تفاعلات ماصة للحرارة

التفاعلات الماصة للحرارة

تفاعلات يلزم لحدوثها امتصاص طاقة حرارية من الوسط المحيط، فتنخفض درجة حرارته.

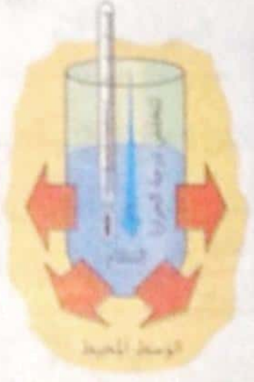


تفاعلات ماصة للحرارة

مسار الطاقة الحرارية

تفاعلات طاردة للحرارة:

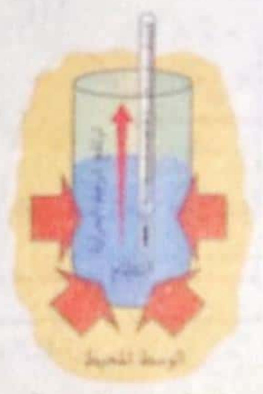
- تنتقل الطاقة الحرارية من النظام إلى الوسط المحيط، مما يؤدى إلى :
  - انخفاض درجة حرارة النظام.
  - ارتفاع درجة حرارة الوسط المحيط.



تفاعل طارد للحرارة

تفاعلات ماصة للحرارة:

- تنتقل الطاقة الحرارية من الوسط المحيط إلى النظام، مما يؤدى إلى :
  - ارتفاع درجة حرارة النظام.
  - انخفاض درجة حرارة الوسط المحيط.



تفاعل ماص للحرارة

التغير فى المحتوى الحرارى القياسى (ΔH°)

- قيمة ΔH° للتفاعلات الطاردة للحرارة تكون بإشارة سالبة ... **علل ؟**

لأن المحتوى الحرارى (الإنثالبى) للنواتج أقل من المحتوى الحرارى للمتفاعلات.

$\because H_{prod} < H_{react}$

$\therefore H_{prod} - H_{react} = \Delta H^\circ < 0$

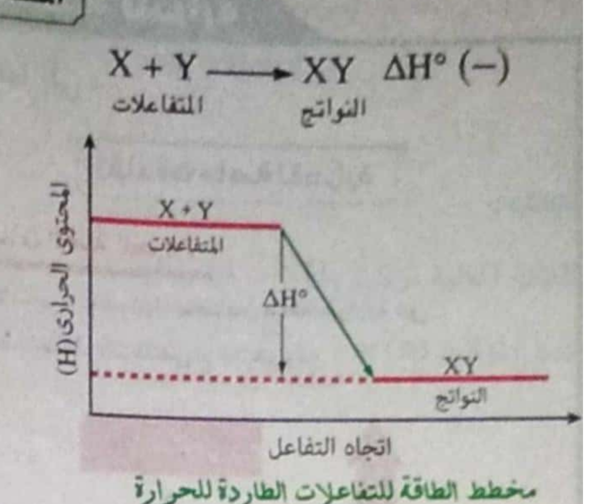
- قيمة ΔH° للتفاعلات الماصة للحرارة تكون بإشارة موجبة ... **علل ؟**

لأن المحتوى الحرارى (الإنثالبى) للنواتج أكبر من المحتوى الحرارى للمتفاعلات.

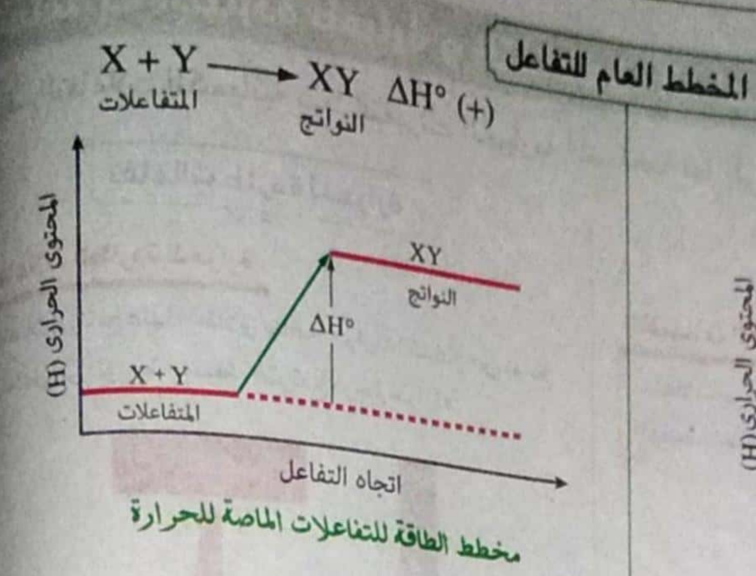
$\because H_{prod} > H_{react}$

$\therefore H_{prod} - H_{react} = \Delta H^\circ > 0$

المخطط العام للتفاعل



مخطط الطاقة للتفاعلات الطاردة للحرارة



مخطط الطاقة للتفاعلات الماصة للحرارة

تطبيق

تفاعل اتحاد غازى الهيدروجين والاكسجين لتكوين الماء

$$H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(l)} + 285.8\ kJ/mol$$

تفاعل تفكك كربونات الماغنسيوم بالحرارة إلى أكسيد الماغنسيوم وغاز ثانى أكسيد الكربون

$$MgCO_{3(s)} + 117.3\ kJ/mol \longrightarrow MgO_{(s)} + CO_{2(g)}$$

مخطط الطاقة للتفاعل

$$H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(l)}$$

$$\Delta H^\circ = -285.8\ kJ/mol$$

المحتوى الحرارى (H)

$H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)}$ (متفاعلات)

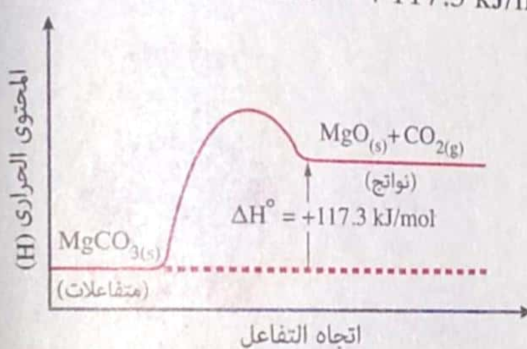
$\Delta H^\circ = -285.8\ kJ/mol$

$H_2O_{(l)}$ (نواتج)

اتجاه التفاعل

$$MgCO_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} MgO_{(s)} + CO_{2(g)}$$

$$\Delta H^\circ = +117.3\ kJ/mol$$



علل :

(١) التفاعلات الطاردة للحرارة تكون مصحوبة بانطلاق قدر من الطاقة الحرارية.

لأن مجموع المحتوى الحرارى للمواد الناتجة يكون أقل مما للمواد المتفاعلة، وتبعًا لقانون بقاء الطاقة لابد من تعويض النقص فى حرارة النواتج فى صورة طاقة منطلقة.

(٢) التفاعلات الماصة للحرارة تكون مصحوبة بامتصاص قدر من الطاقة الحرارية.

لأن مجموع المحتوى الحرارى للمواد الناتجة يكون أكبر مما للمواد المتفاعلة، وتبعًا لقانون بقاء الطاقة لابد من تعويض النقص فى حرارة المتفاعلات فى صورة طاقة ممتصة.

المعادلة الكيميائية الحرارية

المعادلة الكيميائية الحرارية

معادلة كيميائية رمزية موزونة تتضمن قيمة التغير فى المحتوى الحرارى (الإنثالبى المولارى) المصاحب للتفاعل والذى يمثل أحيانًا فى المعادلة كأحد المتفاعلات أو النواتج.

* الجدول التالى يوضح الشروط الواجب مراعاتها عند كتابة المعادلة الكيميائية الحرارية :

شروط كتابة المعادلة الكيميائية الحرارية	تطبيق
① يلزم أن تكون المعادلة **موزونة**، ويمكن كتابة **المعاملات** فى صورة كسور.	$H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(l)} \quad \Delta H^\circ = -285.8\ kJ/mol$
② يلزم كتابة **الحالة الفيزيائية** للمتفاعلات والنواتج.	$H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(v)} \quad \Delta H^\circ = -242\ kJ/mol$
③ أن تكون قيمة ΔH، مسبوقة بإشارة : • موجبة إذا كانت العملية ماصة للحرارة. • سالبة إذا كانت العملية طاردة للحرارة.	«تتغير قيمة ΔH° للماء بتغير حالته الفيزيائية»
④ عند **قسمة أو ضرب** معاملات طرفى المعادلة بمعامل عددى معين، تجرى نفس العملية على قيمة التغير فى المحتوى الحرارى ΔH	$H_2O_{(s)} \longrightarrow H_2O_{(l)} \quad \Delta H^\circ = +6\ kJ/mol$ * بضرب المعادلة × 2 $2H_2O_{(s)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)} \quad \Delta H = 2 \times (+6) = +12\ kJ$
⑤ عند **عكس** العملية (اتجاه سير التفاعل)، يتم **عكس** إشارة ΔH°	$H_2O_{(s)} \longrightarrow H_2O_{(l)} \quad \Delta H^\circ = +6\ kJ/mol$ $H_2O_{(l)} \longrightarrow H_2O_{(s)} \quad \Delta H^\circ = -6\ kJ/mol$

علل :

(١) عند وزن المعادلة الكيميائية الحرارية يمكن كتابة المعاملات فى صورة كسور وليس بالضرورة أعداد صحيحة.

لأن المعاملات تمثل عدد مولات المتفاعلات والنواتج وليس عدد الجزيئات.

(٢) يلزم كتابة الحالة الفيزيائية لكل من المتفاعلات والنواتج فى المعادلة الكيميائية الحرارية.

لأن المحتوى الحرارى (الإنثالبى المولارى) للمادة يتغير بتغير حالتها الفيزيائية.



ما التفسير العلمى لكون قيمة ΔH° للعملية التالية بإشارة موجبة :

$$H_2O_{(s)} \longrightarrow H_2O_{(l)} \qquad \Delta H^\circ = +6.03\ kJ/mol$$

لأن تحول الثلج إلى ماء سائل يلزمه امتصاص قدر من الطاقة الحرارية لكسر الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الثلج.

مثال

احسب مقدار التغير فى الإنثالبى لعملية انحلال 252 g من كربونات الماغنسيوم، **تبعًا للتفاعل :**

$$MgCO_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} MgO_{(s)} + CO_{2(g)} \qquad \Delta H^\circ = +117.3\ kJ/mol$$

[Mg = 24 , C = 12 , O = 16]

الحل : الكتلة المولية لمركب $MgCO_3 = 24 + 12 + (16 \times 3) = 84\ g/mol$

عدد مولات $MgCO_3 = \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{الكتلة المولية للمادة}} = \frac{252}{84} = 3\ mol$

$MgCO_{3(s)}$	$\longrightarrow$	ΔH
1 mol		+117.3 kJ/mol
3 mol		? kJ

∴ مقدار التغير فى الإنثالبى (ΔH) الناتج عن انحلال 252 g (3 mol) من $MgCO_3$

$= 117.3 \times 3 = 351.9\ kJ$

طاقة الرابطة

* تختزن الروابط الكيميائية الطاقة الكيميائية فى صورة طاقة وضع.

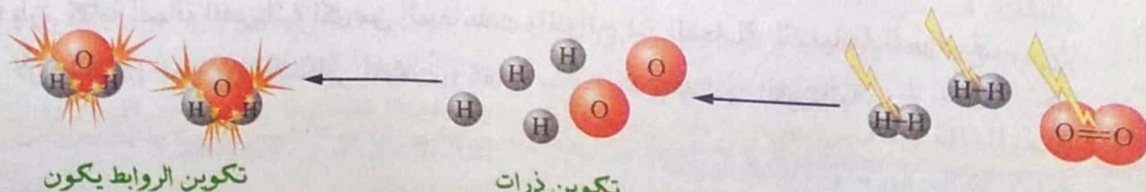
طاقة الرابطة

مقدار الطاقة اللازمة لكسر الرابطة أو المنطلقة عند تكوين الرابطة فى مول واحد من المادة.

فى التفاعل الكيميائى يتم

كسر الروابط الموجودة بين ذرات جزيئات المواد المتفاعلة

تكوين روابط جديدة بين ذرات جزيئات المواد الناتجة



كسر الروابط يستلزم امتصاص طاقة

تكوين ذرات منفصلة

تكوين الروابط يكون مصحوبًا بانطلاق طاقة

* كسر الروابط عملية ماصة للحرارة ... **علل ؟**

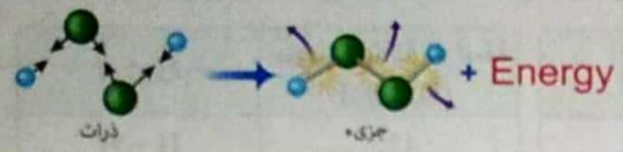
لأنه يلزم لحدوثها امتصاص مقدار من الطاقة من الوسط المحيط، وتكون قيمة ΔH° لها بإشارة موجبة.

ذرات + Energy جزىء

كسر الروابط عملية ماصة للحرارة

* تكوين الروابط عملية طاردة للحرارة ... **علل ؟**

لأنها تكون مصحوبة بانطلاق مقدار من الطاقة إلى الوسط المحيط، وتكون قيمة ΔH° لها بإشارة سالبة.



تكوين الروابط عملية طاردة للحرارة

* ويمثل التغير فى المحتوى الحرارى للتفاعل (ΔH)

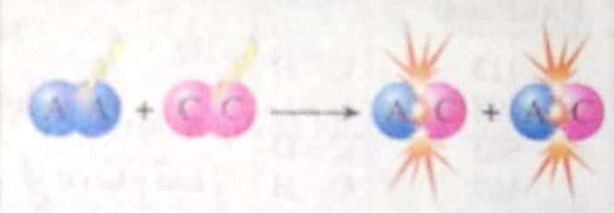
المجموع الجبرى للطاقات الممتصة و المنطلقة أثناء التفاعل الكيميائى.

ΔH = الطاقة الممتصة أثناء كسر روابط المتفاعلات «بإشارة موجبة» + الطاقة المنطلقة أثناء تكوين روابط النواتج «بإشارة سالبة»

وبناءً على ما سبق يمكن تحديد نوع التفاعل،

حيث أنه فى :

التفاعل الطارد للحرارة



تكوين الروابط ينطلق منه مقدار أكبر من الطاقة

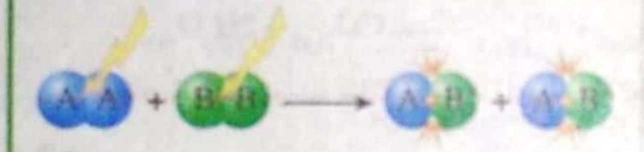
كسر الروابط يمتص مقدار أقل من الطاقة

يكون مقدار الطاقة المنطلقة أثناء تكوين الروابط فى جزيئات النواتج

أكبر من

مقدار الطاقة الممتصة أثناء كسر الروابط فى جزيئات المتفاعلات

التفاعل الماص للحرارة



تكوين الروابط ينطلق منه مقدار أقل من الطاقة

كسر الروابط يمتص مقدار أكبر من الطاقة

يكون مقدار الطاقة الممتصة أثناء كسر الروابط فى جزيئات المتفاعلات

أكبر من

مقدار الطاقة المنطلقة أثناء تكوين الروابط فى جزيئات النواتج

قيمة ΔH° له

التفاعل الطارد للحرارة	التفاعل الماص للحرارة
بإشارة سالبة	بإشارة موجبة

علل : استخدام مفهوم متوسط طاقة الرابطة بدلًا من طاقة الرابطة.

لاختلاف طاقة الرابطة الواحدة، تبعًا لنوع المركب وحالته الفيزيائية.

* والجدولان التاليان يوضحان متوسط الطاقة لبعض الروابط :

الرابطة	متوسط طاقة الرابطة (kJ/mol)
H – H	432
H – O	467
H – C	413
H – N	389
O = O	498

الرابطة	متوسط طاقة الرابطة (kJ/mol)
C – C	346
C = C	610
C ≡ C	835
C – O	358
C = O	803

ما معنى قولنا أن متوسط طاقة الرابطة (C – C) يساوى 346 kJ/mol ؟

أى أن مقدار الطاقة الممتصة عند كسر هذه الرابطة أو المنطلقة عند تكوينها فى 1 mol من المادة فى الظروف القياسية تساوى 346 kJ

أمثلة

(١) احسب ΔH للتفاعل التالى، مع بيان نوع التفاعل (طارد أم ماص للحرارة)،

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} CO_{2(g)} + 2H_2O_{(v)}$$

مستعينًا بقيم متوسط طاقة الروابط الموضحة بالجدول المقابل :

الرابطة	متوسط طاقة الرابطة (kJ/mol)
C – H	413
O = O	498
C = O	803
O – H	467

الحل :

للإيضاح فقط

تمتص طاقة أثناء كسر الروابط

تنطلق طاقة عند تكوين الروابط

* الطاقة الممتصة أثناء كسر روابط المتفاعلات

$= [4(C-H) + 2(O=O)] = [(4 \times 413) + (2 \times 498)] = +2648\ kJ$

* الطاقة المنطلقة أثناء تكوين روابط النواتج

$= [2(C=O) + 2 \times 2(O-H)] = [(2 \times -803) + (4 \times -467)] = -3474\ kJ$

ΔH = الطاقة الممتصة أثناء كسر روابط المتفاعلات + الطاقة المنطلقة أثناء تكوين روابط النواتج

$\Delta H = (+2648) + (-3474) = -826\ kJ$

∵ قيمة ΔH بإشارة سالبة.

∴ التفاعل طارد للحرارة.

(٢) احسب ΔH للتفاعل :

$$N_2 + 2H_2 \longrightarrow H_2N-NH_2$$

مستعيناً بقيم متوسط طاقة الروابط الموضحة بالجدول المقابل،

ثم حدد نوع التفاعل (طارد للحرارة أم ماص للحرارة)، مع بيان السبب.

الرابطة	متوسط طاقة الرابطة (kJ/mol)
$N \equiv N$	946
$H-H$	432
$N-N$	163
$N-H$	389

الحل :

* الطاقة الممتصة أثناء كسر روابط المتفاعلات

$= [(N \equiv N) + 2(H-H)] = [946 + (2 \times 432)] = +1810\ kJ$

* الطاقة المنطلقة أثناء تكوين روابط النواتج

$= [4(N-H) + (N-N)] = [(4 \times -389) + (-163)] = -1719\ kJ$

ΔH = الطاقة الممتصة أثناء كسر روابط المتفاعلات + الطاقة المنطلقة أثناء تكوين روابط النواتج

$\Delta H = (+1810) + (-1719) = +91\ kJ$

∵ قيمة ΔH بإشارة موجبة. ∴ التفاعل ماص للحرارة.

لأن مقدار الطاقة الممتصة أثناء كسر الروابط فى جزيئات المتفاعلات > مقدار الطاقة المنطلقة أثناء تكوين الروابط فى جزيئات النواتج.

(٣) احسب متوسط طاقة الرابطة لغاز الأكسچين من المعادلة التالية :

$$2H_2O_{(l)} \longrightarrow 2H_{2(g)} + O_{2(g)} \quad \Delta H = +506\ kJ$$

علماً بأن : $(H-H) = 432\ kJ/mol$, $(O-H) = 467\ kJ/mol$

الحل :

$$2(H-O-H) \longrightarrow 2(H-H) + (O=O)$$

* الطاقة الممتصة أثناء كسر روابط المتفاعلات

$= [2 \times 2(O-H)] = 4 \times 467 = +1868\ kJ$

ΔH = الطاقة الممتصة أثناء كسر روابط المتفاعلات + الطاقة المنطلقة أثناء تكوين روابط النواتج

ΔH = (+ 1868) + الطاقة المنطلقة أثناء تكوين روابط النواتج

$+506 = (+1868) - [2(H-H) + (O=O)]$

$+506 = (+1868) - [(2 \times 432) - (O=O)]$

$\therefore (O=O) = +1868 - 864 - 506 = 498\ kJ/mol$

الفصل 2

صور التغير فى المحتوى الحرارى

الدرس الأول
من التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الفيزيائية و الكيميائية.
إلى ما قبل التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الكيميائية.

الدرس الثانى
من التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الكيميائية.
إلى نهايـة الفصـل.

نواتج التعلـم

بعد دراسة هذا الفصل يجب أن يكون الطالب قادرًا على أن :

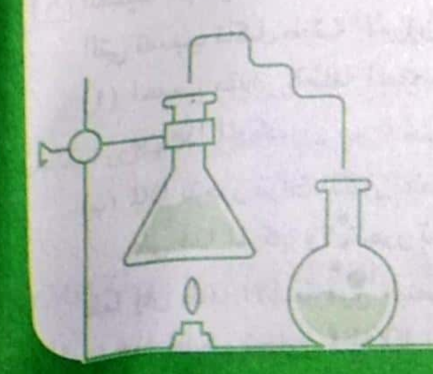
(١) يفسر مصدر حرارة الذوبان ويستنتج ماهية حرارة الذوبان المولارية.
(٢) يحسب حرارة الذوبان و حرارة الذوبان المولارية.
(٣) يقارن بين الذوبان الطارد للحرارة و الذوبان الماص للحرارة.
(٤) يستنتج ماهية حرارة التخفيف القياسية.
(٥) يستنتج ماهية حرارة الاحتراق و حرارة التكوين.
(٦) يعدد بعض الأمثلة لحرارة الاحتراق.
(٧) يحسب حرارة الاحتراق القياسية و حرارة التكوين القياسية.
(٨) يستنتج العلاقة بين ثبات المركبات و حرارة التكوين.
(٩) يستنبط نص قانون هس و أهميته.
(١٠) يستخدم قانون هس فى حساب التغير فى المحتوى الحرارى لبعض التفاعلات.

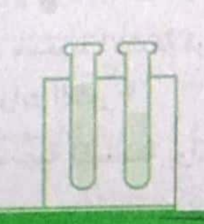
أهم المفاهيم

- حرارة الذوبان القياسية.
- حرارة الذوبان المولارية.
- الإماهة.
- حرارة التخفيف القياسية.
- حرارة الاحتراق.
- حرارة الاحتراق القياسية.
- حرارة التكوين.
- حرارة التكوين القياسية.
- قانون هس.

أهم العناصر

- **التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الفيزيائية :**
  - حرارة الذوبان القياسية.
  - حرارة التخفيف القياسية.
- **التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الكيميائية :**
  - حرارة الاحتراق القياسية.
  - حرارة التكوين القياسية.
- **العلاقة بين حرارة التكوين و ثبات المركبات.**
- **قانون هس.**





التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الفيزيائية و الكيميائية

* حساب التغير فى المحتوى الحرارى من الأمور الهامة، لعمليات :
  • احتراق أنواع الوقود المختلفة، حيث يساهم عند تصميم المحركات فى تحديد نوع الوقود الملائم لها.
  • احتراق أنواع المواد المختلفة، حيث يساعد رجال الإطفاء فى تحديد أنسب الطرق لمكافحة الحرائق.
* تتعدد صور التغير فى المحتوى الحرارى تبعًا لنوع التغير الحادث، سواء كان :
  • تغيرًا فيزيائيًا. • تغيرًا كيميائيًا.

التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الفيزيائية

* من صور التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الفيزيائية :
  ١ حرارة الذوبان القياسية
  ٢ حرارة التخفيف القياسية

١ حرارة الذوبان القياسية ΔH°_{sol}

* يصاحب عملية ذوبان مادة صلبة فى سائل ارتفاع أو انخفاض فى درجة حرارة المحلول الناتج.

فعند إذابة

هيدروكسيد الصوديوم NaOH فى الماء	نترات الأمونيوم NH_4NO_3 فى الماء
ترتفع درجة حرارة المحلول الناتج	تنخفض درجة حرارة المحلول الناتج

ويسمى الذوبان فى هذه الحالة

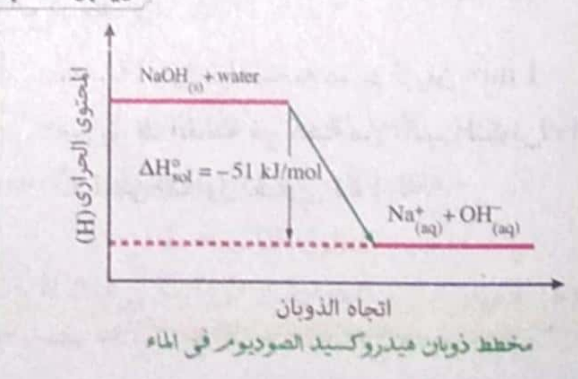
بالذوبان الطارد للحرارة	بالذوبان الماص للحرارة
وتكون قيمة حرارة الذوبان ΔH°_{sol} له بإشارة سالبة	وتكون قيمة حرارة الذوبان ΔH°_{sol} له بإشارة موجبة

ويُعبر عنه بالمعادلة

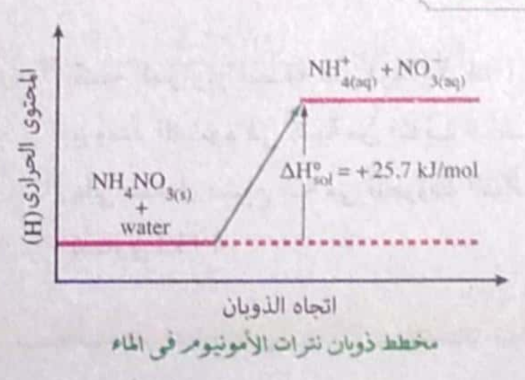
$$NaOH_{(s)} \xrightarrow{water} Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \quad \Delta H^\circ_{sol} = -51 \text{ kJ/mol}$$

$$NH_4NO_{3(s)} \xrightarrow{water} NH^+_{4(aq)} + NO^-_{3(aq)} \quad \Delta H^\circ_{sol} = +25.7 \text{ kJ/mol}$$

ويُعبر عنه بمخطط الطاقة



مخطط ذوبان هيدروكسيد الصوديوم فى الماء



مخطط ذوبان نترات الأمونيوم فى الماء

حرارة الذوبان ΔH_{sol}

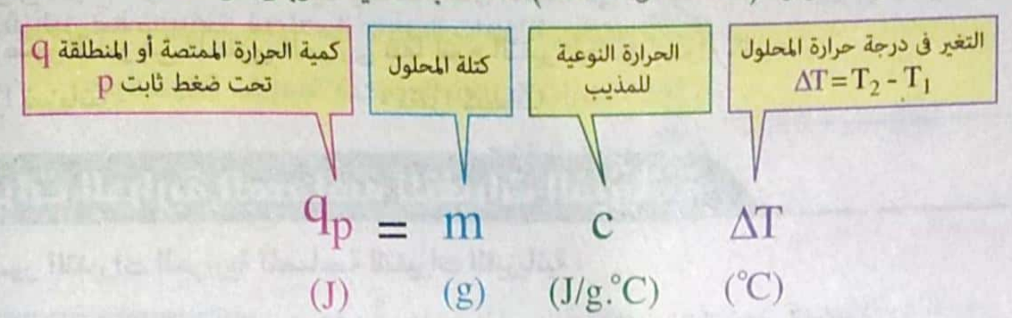
كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند إذابة المذاب فى كمية من المذيب للحصول على محلول مشبع.

* وإذا تم الذوبان فى الظروف القياسية تعرف بحرارة الذوبان القياسية ΔH°_{sol}

حرارة الذوبان القياسية ΔH°_{sol}

كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند إذابة مول من المذاب فى كمية من المذيب للحصول على محلول مشبع فى الظروف القياسية.

* ويمكن حساب كمية الحرارة (المنطلقة أو الممتصة) المصاحبة لعملية الذوبان من العلاقة :

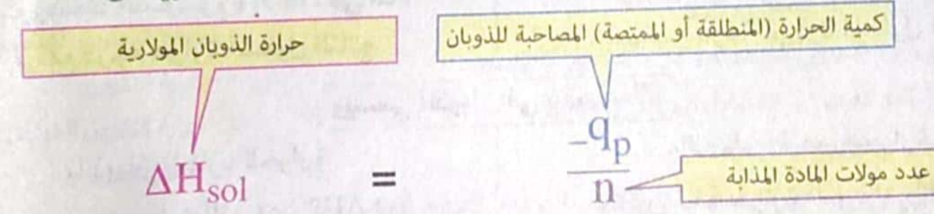


* وإذا كان حجم المحلول الناتج عن ذوبان 1 مول من المذاب لترًا، فإن تركيز المحلول يصبح 1 مولر (1 mol/L) وتسمى كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة فى هذه الحالة بحرارة الذوبان المولارية.

حرارة الذوبان المولارية

مقدار التغير الحرارى الناتج عن ذوبان مول من المذاب فى كمية من المذيب لتكوين لتر من المحلول.

* وإذا كانت كمية المادة المذابة لا تساوى 1 mol يمكن حساب حرارة الذوبان المولارية من العلاقة :



ما معنى قولنا أن :

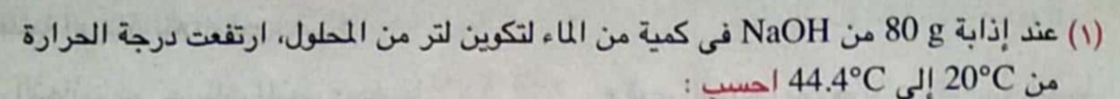
(١) حرارة الذوبان القياسية لبروميد الليثيوم -49 kJ/mol ؟

(٢) حرارة الذوبان المولارية ليوديد الفضة $+84.4$ kJ/mol ؟

أى أن

(١) كمية الحرارة المنطلقة عند ذوبان 1 mol من بروميد الليثيوم فى كمية من المذيب للحصول على محلول مشبع منه فى الظروف القياسية تساوى 49 kJ

(٢) كمية الحرارة الممتصة عند ذوبان 1 mol من يوديد الفضة فى كمية من المذيب لتكوين 1 L من المحلول تساوى 84.4 kJ



أمثلة

(١) عند إذابة 80 g من NaOH فى كمية من الماء لتكوين لتر من المحلول، ارتفعت درجة الحرارة من 20°C إلى 44.4°C احسب :

(أ) كمية الحرارة المصاحبة لعملية الذوبان. (ب) حرارة الذوبان المولارية.

(جـ) هل هذا الذوبان طارد أم ماص للحرارة ؟ مع التفسير. [Na = 23 , O = 16 , H = 1]

الحل :

(أ) $T_2 = 44.4°C$ ، $T_1 = 20°C$ ، $m_{(المحلول)} = 1000\ g$ ، $c = 4.18\ J/g.°C$ ، $m_{(NaOH)} = 80\ g$

$q_p = m\,c\,\Delta T$

$= 1000 \times 4.18 \times (44.4 - 20) = +101992\ J = +101.992\ kJ$

(ب) الكتلة المولية لمركب $NaOH = 23 + 16 + 1 = 40\ g/mol$

عدد مولات $NaOH = \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{الكتلة المولية للمادة}} = \frac{80}{40} = 2\ mol$

$\Delta H_{sol} = \frac{-q_p}{n} = \frac{-101.992}{2} = -51\ kJ/mol$

(جـ) الذوبان طارد للحرارة / لأن قيمة ΔH_{sol} له بإشارة سالبة.

---

(٢) عند إذابة 80 g من نترات الأمونيوم فى كمية من الماء لتكوين لتر من المحلول كانت درجة الحرارة الابتدائية 20°C والنهائية 14°C :

(أ) احسب التغير فى المحتوى الحرارى لعملية الذوبان.

(ب) هل يعبر التغير الحرارى لهذا الذوبان عن حرارة الذوبان المولارية ؟ مع التفسير.

(جـ) هل هذا الذوبان طارد أم ماص للحرارة ؟ مع التفسير. [N = 14 , O = 16 , H = 1]

الحل :

(أ) $T_2 = 14°C$ ، $T_1 = 20°C$ ، $m_{(المحلول)} = 1000\ g$ ، $c = 4.18\ J/g.°C$ ، $m_{(NH_4NO_3)} = 80\ g$

$q_p = m\,c\,\Delta T$

$= 1000 \times 4.18 \times (14 - 20) = -25080\ J = -25.08\ kJ$

الكتلة المولية لمركب $NH_4NO_3 = 14 + (1 \times 4) + 14 + (16 \times 3) = 80\ g/mol$

عدد مولات $NH_4NO_3 = \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{الكتلة المولية للمادة}} = \frac{80}{80} = 1\ mol$

$\Delta H_{sol} = \frac{-q_p}{n} = \frac{-(-25.08)}{1} = +25.08\ kJ$

(ب) نعم يعبر التغير الحرارى لهذا الذوبان عن حرارة الذوبان المولارية /

لأن : • عدد مولات المادة المذابة (نترات الأمونيوم) = 1 mol

• حجم المحلول الناتج = 1 L

(جـ) الذوبان ماص للحرارة / لأن قيمة ΔH_{sol} له بإشارة موجبة.

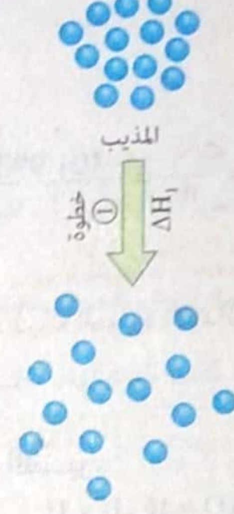
تفسير مصدر حرارة الذوبان

* تتأثر عملية الذوبان بثلاث قوى، هى :

- قوى التجاذب بين جزيئات المذيب وبعضها.
- قوى التجاذب بين جزيئات المذاب وبعضها.
- قوى التجاذب بين جزيئات المذيب والمذاب.

ولهذا تتم عملية الذوبان على ثلاث خطوات، كما يتضح فيما يلى :

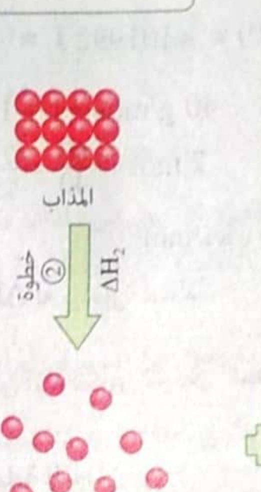
① فصل جزيئات المذيب عن بعضها



عملية ماصة للحرارة ... علل ؟

لامتصاص قدر من الطاقة للتغلب على قوى التجاذب بين جزيئات المذيب وبعضها

② فصل جزيئات المذاب عن بعضها



عملية ماصة للحرارة ... علل ؟

لامتصاص قدر من الطاقة للتغلب على قوى التجاذب بين جزيئات المذاب وبعضها

③ ارتباط جزيئات المذيب بالمذاب (عملية الإذابة)

خطوة ③ ΔH_3

المحلول

عملية طاردة للحرارة ... علل ؟

لانطلاق طاقة عند ارتباط جزيئات المذيب بجزيئات المذاب

ويرمز للتغير فى المحتوى الحرارى لهذه العملية بالرمز

(ΔH_3) (بإشارة سالبة)	(ΔH_2) (بإشارة موجبة)	(ΔH_1) (بإشارة موجبة)

* ويعرف المجموع الجبرى للطاقات الثلاث باسم حرارة ذوبان المحلول (ΔH_{sol})

$$\Delta H_{sol} = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$$

* وإذا كان المذيب المستخدم هو الماء، فإن :

- عملية الإذابة تُعرف بالإماهة.
- كمية الحرارة المنطلقة عن عملية الإذابة تُعرف بطاقة الإماهة.

الإماهة

ارتباط أيونات أو جزيئات المذاب المفككة بجزيئات الماء.

طاقة الإماهة

كمية الحرارة المنطلقة عند ارتباط أيونات أو جزيئات المذاب بجزيئات الماء.

ما معنى قولنا أن طاقة إماهة أيونات الفضة تساوى $-510\ kJ/mol$ ؟

أى أن كمية الحرارة المنطلقة عند ارتباط مول من أيونات الفضة بجزيئات الماء تساوى $510\ kJ$

* ويتحدد نوع الذوبان من إشارة قيمة حرارة الذوبان (ΔH_{sol}) المصاحبة له :

فإذا كانت

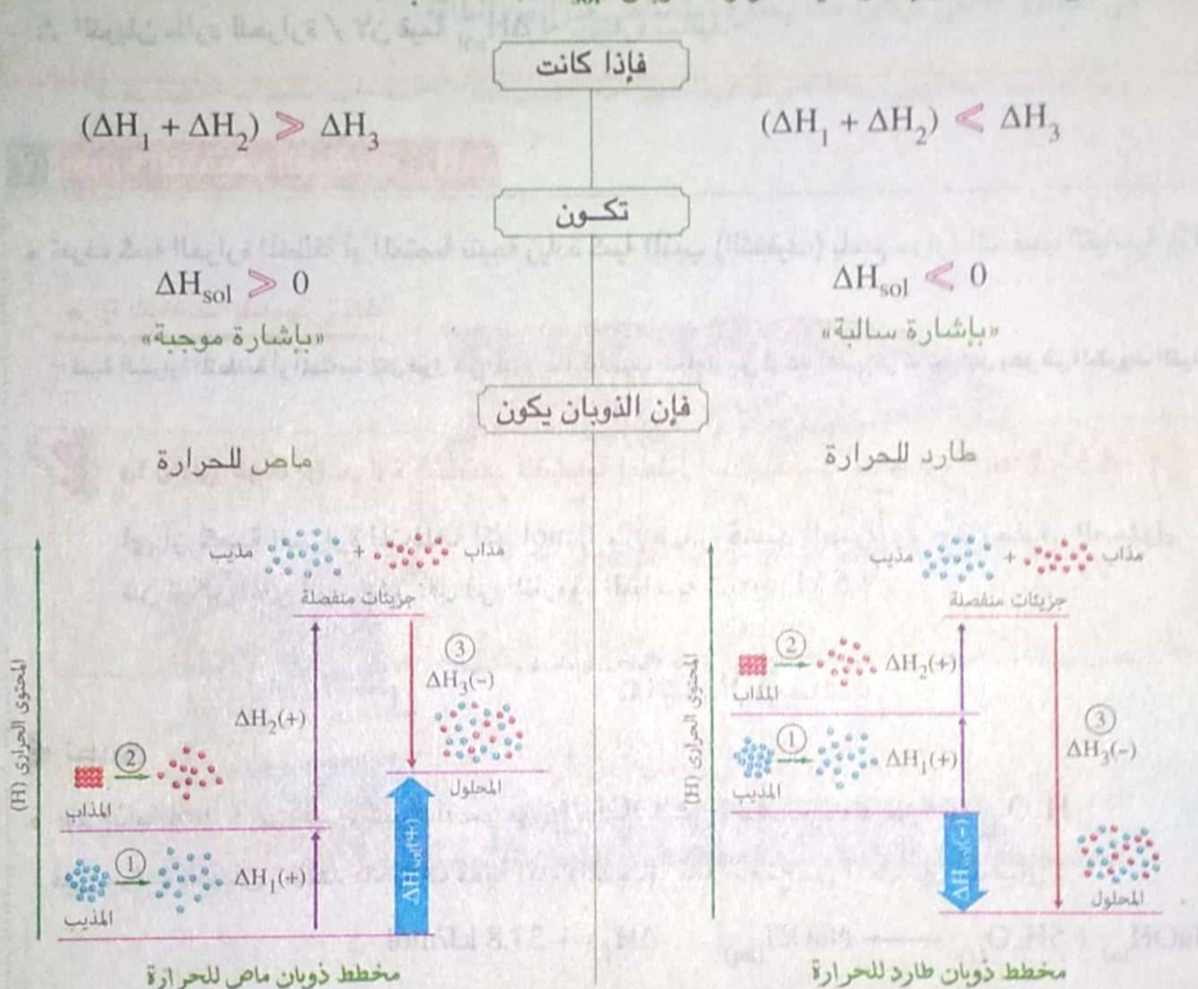
$(\Delta H_1 + \Delta H_2) < \Delta H_3$ | $(\Delta H_1 + \Delta H_2) > \Delta H_3$

تكون

$\Delta H_{sol} < 0$ «بإشارة سالبة» | $\Delta H_{sol} > 0$ «بإشارة موجبة»

فإن الذوبان يكون

طارد للحرارة | ماص للحرارة



مخطط ذوبان طارد للحرارة | مخطط ذوبان ماص للحرارة



قارن بين الذوبان الطارد للحرارة والذوبان الماص للحرارة.

مثال

إذا أذيب 1 mol من البوتاسا الكاوية فى الماء وكانت طاقة فصل جزيئات المذيب عن بعضها 50 kJ وطاقة تفكك جزيئات المذاب عن بعضها 100 kJ وطاقة الإماهة 400 kJ احسب حرارة ذوبان البوتاسا الكاوية فى الماء، موضحًا نوع الذوبان طارد أم ماص للحرارة، مع بيان السبب.

الحل :

$\Delta H_1 = 50\ kJ$ ، $\Delta H_2 = 100\ kJ$ ، $\Delta H_3 = -400\ kJ$

$$\Delta H_{sol} = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$$
$$= 50 + 100 + (-400) = -250\ kJ$$

∴ الذوبان طارد للحرارة / لأن قيمة ΔH_{sol} له بإشارة سالبة.

٢ حرارة التخفيف القياسية ΔH°_{dil}

* تعرف كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة نتيجة زيادة كمية المذيب (التخفيف) باسم حرارة التخفيف القياسية ΔH°_{dil}

حرارة التخفيف القياسية ΔH°_{dil}

كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة لكل مول من المذاب عند تخفيف المحلول من تركيز أعلى إلى تركيز أقل وهو فى الظروف القياسية.

ما معنى قولنا أن حرارة التخفيف القياسية لمحلول هيدروكسيد الصوديوم -4.5 kJ/mol ؟

أى أن كمية الحرارة المنطلقة لكل 1 mol من هيدروكسيد الصوديوم عند تخفيف المحلول من تركيز أعلى إلى تركيز أقل فى الظروف القياسية تساوى 4.5 kJ

تطبيق

* عند إذابة 1 mol من هيدروكسيد الصوديوم $NaOH_{(s)}$ فى كميات مختلفة من الماء $H_2O_{(l)}$ فإن حرارة الذوبان تختلف باختلاف كمية الماء (المذيب)، كما يتضح من المعادلتين التاليتين :

* $NaOH_{(s)} + 5H_2O_{(l)} \longrightarrow NaOH_{(aq)} \quad \Delta H_1 = -37.8\ kJ/mol$
* $NaOH_{(s)} + 200H_2O_{(l)} \longrightarrow NaOH_{(aq)} \quad \Delta H_2 = -42.3\ kJ/mol$

* ويلاحظ فى هذا المثال أن $\Delta H_1 < \Delta H_2$
* نستنتج مما سبق أنه بزيادة كمية المذيب تزداد كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة.



* تتم عملية التخفيف على خطوتين متعاكستين فى الطاقة، هما :

(١) عمليـة إبعـاد أيونـات أو جزيئات المـذاب عن بعضها فى المحلول الأعلى تركيـزًا تحتاج إلى امتصاص طاقة (عملية ماصة للحرارة).

(٢) عمليـة ارتبـاط أيونات أو جزيئـات المذاب بعدد أكبر من جزيئات المذيـب ينتج عنها انطلاق طاقة (عملية طاردة للحرارة).

* ويمثل المجموع الجبرى لطاقتى الإبعاد والارتباط بقيمة حرارة التخفيف.

علل : يصاحب عملية التخفيف فى بدايتها امتصاص طاقة.

لأن زيادة جزيئات الماء أثناء عملية التخفيف تعمل على إبعاد أيونات أو جزيئات المذاب عن بعضها فى المحلول الأعلى تركيزًا مما يحتاج امتصاص قدرًا من الطاقة.

التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الكيميائية

* هناك عدة صور للتغيرات الحرارية المصاحبة للتفاعلات الكيميائية، منها :

١ حرارة الاحتراق القياسية.
٢ حرارة التكوين القياسية.

١ حرارة الاحتراق القياسية ΔH_c°

الاحتراق

عملية اتحاد سريع للمادة مع الأكسجين.

* ينتج عن الاحتراق التام للعناصر أو المركبات انطلاق طاقة فى صورة حرارة أو ضوء أو كلاهما،
وتُعرف كمية الحرارة المنطلقة بحرارة الاحتراق ΔH_c

ملحوظة

تفاعل الاحتراق طارد للحرارة، وبالتالى فإن قيمة ΔH_c دائمًا بإشارة سالبة.

حرارة الاحتراق ΔH_c

كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق المادة احتراقًا تامًا فى وفرة من الأكسجين.

* وإذا تم الاحتراق فى الظروف القياسية فإن كمية الحرارة المنطلقة تُعرف بحرارة الاحتراق القياسية ΔH_c°

حرارة الاحتراق القياسية ΔH_c°

كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق مول واحد من المادة احتراقًا تامًا فى وفرة من الأكسجين فى الظروف القياسية.

* ينتج عن احتراق معظم المواد العضوية (كالوقود والجلوكوز) :
  * ماء (H_2O).
  * ثانى أكسيد الكربون (CO_2).
  * طاقة حرارية.

? ما معنى قولنا أن حرارة الاحتراق القياسية للجلوكوز 2808 kJ/mol– ؟

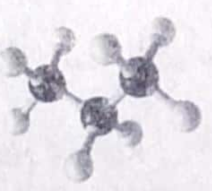
أى أن كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق 1 mol من الجلوكوز احتراقًا تامًا فى وفرة من الأكسجين فى الظروف القياسية تساوى 2808 kJ

أمثلة على تفاعلات الاحتراق

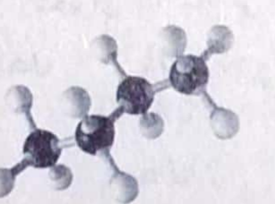
(1) تفاعل احتراق غاز البوتاجاز

* غاز البوتاجاز عبارة عن خليط من غازى :
  * البروبان C_3H_8
  * البيوتان C_4H_{10}

* وينتج عن احتراق غاز البروبان فى وفرة من غاز الأكسجين كمية كبيرة من الحرارة تستخدم فى طهى الطعام وغيرها من الاستخدامات.



التركيب الجزيئى للبروبان C_3H_8

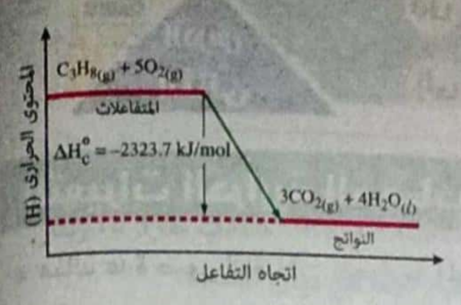


التركيب الجزيئى للبيوتان C_4H_{10}

* المعادلة التالية والمخطط المقابل يوضحان تفاعل احتراق غاز البروبان :

$$C_3H_{8(g)} + 5O_{2(g)} \longrightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(l)}$$

$$\Delta H^\circ_c = -2323.7 \text{ kJ/mol}$$



مخطط تفاعل احتراق غاز البروبان

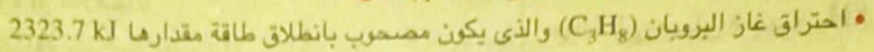
(٢) تفاعل احتراق الجلوكوز داخل جسم الكائن الحى

* يعتبر احتراق الجلوكوز داخل جسم الكائن الحى من تفاعلات الاحتراق الهامة ... **علل ؟**

لأن الحرارة الناتجة عنه تمد الكائن الحى بالطاقة اللازمة للقيام بالعمليات الحيوية المختلفة.

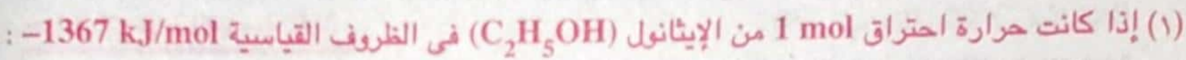
$$C_6H_{12}O_{6(s)} + 6O_{2(g)} \longrightarrow 6CO_{2(g)} + 6H_2O_{(l)} \quad \Delta H^\circ_c = -2808 \text{ kJ/mol}$$

اكتب المعادلة الكيميائية الحرارية المعبرة عن :



- احتراق غاز البروبان (C_3H_8) والذى يكون مصحوب بانطلاق طاقة مقدارها 2323.7 kJ
- احتراق 1 mol من الجلوكوز ($C_6H_{12}O_6$) والذى يكون مصحوب بانطلاق طاقة مقدارها 2808 kJ

أمثلة



(١) إذا كانت حرارة احتراق 1 mol من الإيثانول (C_2H_5OH) فى الظروف القياسية 1367 kJ/mol– :

(أ) اكتب المعادلة الحرارية المعبرة عن ذلك.

(ب) احسب كمية الحرارة الناتجة عن احتراق 100 g من الإيثانول احتراقًا تامًا. [C = 12 , O = 16 , H = 1]

الحل :

(أ) $$C_2H_5OH_{(l)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)} \quad \Delta H^\circ_c = -1367 \text{ kJ/mol}$$

(ب) الكتلة المولية لمركب $C_2H_5OH = (2 \times 12) + (5 \times 1) + 16 + 1 = 46$ g/mol

عدد مولات $C_2H_5OH = \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{الكتلة المولية للمادة}} = \frac{100}{46} = 2.17$ mol

$$\because \Delta H^\circ_c = \frac{-q_p}{n}$$

$$\therefore q_p = -(\Delta H^\circ_c \times n) = -(-1367 \times 2.17) = +2966.39 \text{ kJ}$$

(٢) احسب حرارة الاحتراق القياسية للبروبان C_3H_8 ، علمًا بأن التغير فى المحتوى الحرارى المصاحب لاحتراق 8 g منه فى كمية وفيرة من الأكسجين تساوى 422.49 kJ– [C = 12 , H = 1]

الحل :

ΔH_c		C_3H_8
−422.49 kJ		8 g
? kJ/mol		(12 × 3) + (1 × 8) = 44 g/mol

$$\therefore \Delta H^\circ_c = \frac{-422.49 \times 44}{8} = -2323.7 \text{ kJ/mol}$$

٢ حرارة التكوين القياسية ΔH_f°

* ينتج عن تكوين المركب من عناصره الأولية انطلاق أو امتصاص قدر من الطاقة يساوى المحتوى الحرارى له يُعرف بحرارة التكوين ΔH_f

حرارة التكوين ΔH_f

كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند تكوين المركب من عناصره الأولية.

* وإذا كانت العناصر المكونة للمركب فى حالتها القياسية والتى تمثل أكثر حالات المادة استقرارًا فى الظروف القياسية، فإن التغير الحرارى المصاحب لتكوين المركب يُعرف بحرارة التكوين القياسية ΔH_f°

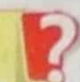
حرارة التكوين القياسية ΔH_f°

كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند تكوين مول واحد من المركب من عناصره الأولية بشرط أن تكون فى حالتها القياسية.

علل : الجرافيت هو الحالة القياسية للكربون.

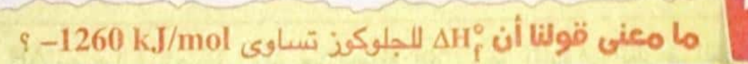
لأنه يمثل أكثر حالات الكربون استقرارًا فى الظروف القياسية.

* مع افتراض أن حرارة التكوين القياسية لجزىء أى عنصر تساوى صفر.



تطبيق حرارة التكوين القياسية لسكر الجلوكوز.

$$6C_{(s)} + 6H_{2(g)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow C_6H_{12}O_{6(s)} \quad \Delta H_f^\circ = -1260\ kJ/mol$$



ما معنى قولنا أن ΔH_f° للجلوكوز تساوى $-1260\ kJ/mol$ ؟

أى أن كمية الحرارة المنطلقة عند تكوين 1 mol من الجلوكوز من عناصره الأولية وهى فى حالتها القياسية تساوى 1260 kJ

حساب التغير فى المحتوى الحرارى (التغير فى الإنثالبى) ΔH للتفاعلات بدلالة حرارة التكوين القياسية

∵ التغير فى المحتوى الحرارى = المحتوى الحرارى للنواتج − المحتوى الحرارى للمتفاعلات

∵ المحتوى الحرارى للمركبات يتساوى مع حرارة تكوينها

∴ ΔH = المجموع الجبرى لحرارة تكوين النواتج − المجموع الجبرى لحرارة تكوين المتفاعلات

* فإذا كان التفاعل : $A + B \longrightarrow C + D$

فإن : $\Delta H = [\Delta H^\circ_{f(C)} + \Delta H^\circ_{f(D)}] - [\Delta H^\circ_{f(A)} + \Delta H^\circ_{f(B)}]$

أمثلة

(١) احسب التغير فى المحتوى الحرارى للتفاعل التالى :

$$H_2S_{(g)} + 4F_{2(g)} \longrightarrow 2HF_{(g)} + SF_{6(g)}$$

بمعلومية حرارة التكوين القياسية للمركبات الموضحة بالجدول المقابل :

المركب	حرارة التكوين القياسية ΔH_f° (kJ/mol)
$H_2S_{(g)}$	–21
$HF_{(g)}$	–273
$SF_{6(g)}$	–1220

الحل :

$$\Delta H = [2\Delta H^\circ_{f\,(HF)} + \Delta H^\circ_{f\,(SF_6)}] - [\Delta H^\circ_{f\,(H_2S)} + 4\Delta H^\circ_{f\,(F_2)}]$$
$$= [(2 \times -273) + (-1220)] - [-21 + (4 \times 0)]$$
$$= (-1766) - (-21) = -1745\ kJ$$

(٢) احسب حرارة التكوين القياسية لغاز النشادر من التفاعل التالى :

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_{3(g)} \quad \Delta H = -92.4\ kJ$$

الحل :

$$\Delta H = [2\Delta H^\circ_{f\,(NH_3)}] - [\Delta H^\circ_{f\,(N_2)} + 3\Delta H^\circ_{f\,(H_2)}]$$
$$-92.4 = 2\Delta H^\circ_{f\,(NH_3)} - [0 + (3 \times 0)]$$
$$\therefore \Delta H^\circ_{f\,(NH_3)} = \frac{-92.4}{2} = -46.2\ kJ/mol$$

ملحوظة

* يتساوى التغير فى المحتوى الحرارى ΔH مع حرارة الاحتراق ΔH_c° عند احتراق 1 mol من المادة فى الظروف القياسية.

(٣) احسب التغير فى الإنثالبى القياسى لاحتراق الميثان ΔH_c° تبعًا للتفاعل التالى :

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$$

بمعلومية حرارة التكوين القياسية للمركبات الموضحة بالجدول المقابل :

المركب	حرارة التكوين القياسية ΔH_f° (kJ/mol)
$CH_{4(g)}$	–74.6
$CO_{2(g)}$	–393.5
$H_2O_{(l)}$	–285.85

الحل :

التغير فى المحتوى الحرارى (ΔH) = المجموع الجبرى لحرارة تكوين النواتج – المجموع الجبرى لحرارة تكوين المتفاعلات

$$\Delta H_c^\circ = [\Delta H^\circ_{f\,(CO_2)} + 2\Delta H^\circ_{f\,(H_2O)}] - [\Delta H^\circ_{f\,(CH_4)} + 2\Delta H^\circ_{f\,(O_2)}]$$
$$= [(-393.5) + (2 \times -285.85)] - [(-74.6) + (2 \times 0)]$$
$$= (-965.2) - (-74.6) = -890.6\ kJ/mol$$

ملاحظات

* حرارة احتراق الهيدروچين $\Delta H^\circ_{c(H_2)}$ = حرارة تكوين الماء $\Delta H^\circ_{f(H_2O)}$
* حرارة احتراق الكربون $\Delta H^\circ_{c(C)}$ = حرارة تكوين ثانى أكسيد الكربون $\Delta H^\circ_{f(CO_2)}$

(٤) المعادلة الآتية تعبر عن عملية تكوين غاز البيوتان من عناصره الأولية :

$$4C_{(s)} + 5H_{2(g)} \longrightarrow C_4H_{10(g)}$$

احسب قيمة ΔH°_f للبيوتان، بمعلومية حرارة الاحتراق القياسية ΔH°_c للمواد الموضحة بالجدول المقابل :

المواد	حرارة الاحتراق القياسية ΔH°_c (kJ/mol)
$C_{(s)}$	–393.5
$H_{2(g)}$	–285.85
$C_4H_{10(g)}$	–2877

الحل :

$$C_4H_{10(g)} + \frac{13}{2}O_{2(g)} \longrightarrow 4CO_{2(g)} + 5H_2O_{(l)} \qquad \Delta H^\circ_c = -2877 \text{ kJ/mol}$$

$$\because \Delta H^\circ_{f(CO_2)} = \Delta H^\circ_{c(C)} = -393.5 \text{ kJ/mol}$$

$$\because \Delta H^\circ_{f(H_2O)} = \Delta H^\circ_{c(H_2)} = -285.85 \text{ kJ/mol}$$

$$\therefore \Delta H^\circ_c = [4\Delta H^\circ_{f(CO_2)} + 5\Delta H^\circ_{f(H_2O)}] - [\Delta H^\circ_{f(C_4H_{10})} + \frac{13}{2}\Delta H^\circ_{f(O_2)}]$$

$$-2877 = [(4 \times -393.5) + (5 \times -285.85)] - [\Delta H^\circ_{f(C_4H_{10})} + (\frac{13}{2} \times 0)]$$

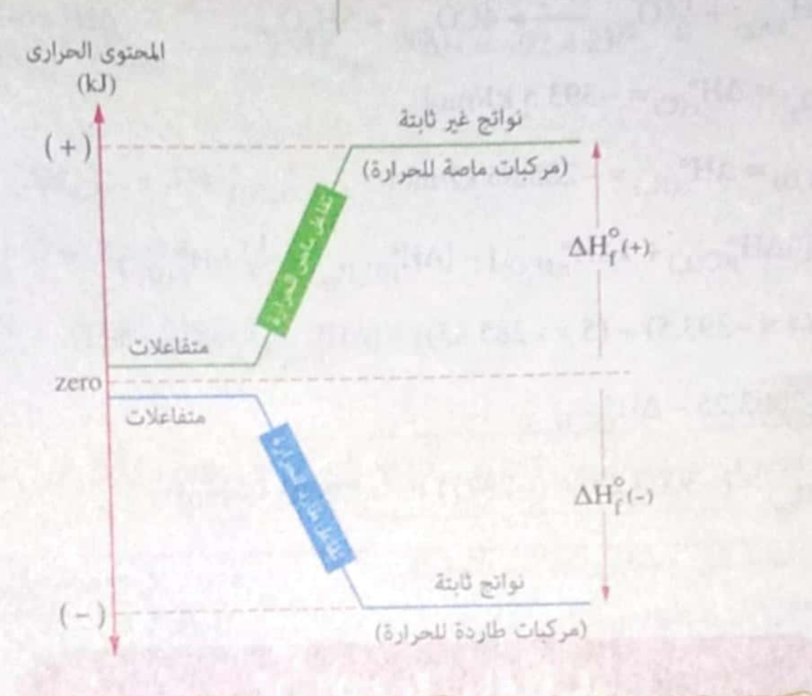
$$-2877 = -3003.25 - \Delta H^\circ_{f(C_4H_{10})}$$

$$\therefore \Delta H^\circ_{f(C_4H_{10})} = (-3003.25) - (-2877) = -126.25 \text{ kJ/mol}$$

العلاقة بين حرارة التكوين و ثبات المركبات

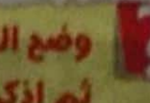
* تختلف درجة ثبات المركبات حراريًا تبعًا لاختلاف قيم حرارة تكوينها، **كما يتضح فيما يلى :**

المركبات الثابتة حراريًا	المركبات غير الثابتة حراريًا
مركبات مستقرة يصعب انحلالها إلى عناصرها الأولية فى درجة حرارة الغرفة	مركبات غير مستقرة تميل للانحلال التلقائى إلى عناصرها الأولية فى درجة حرارة الغرفة
قيمة حرارة التكوين القياسية لها ΔH_f°	
تكون بإشارة سالبة ... **علل ؟**	تكون بإشارة موجبة ... **علل ؟**
لأن	
المحتوى الحرارى لها يكون أقل من المحتوى الحرارى لعناصرها الأولية	المحتوى الحرارى لها يكون أكبر من المحتوى الحرارى لعناصرها الأولية



ما معنى قولنا أن :

(١) تكوين مول من مركب HBr فى الظروف القياسية يكون مصحوبًا بانطلاق طاقة مقدارها 36 kJ ؟	(٢) تكوين مول من مركب HI فى الظروف القياسية يكون مصحوبًا بامتصاص طاقة مقدارها 26 kJ ؟
أى أن	
حرارة التكوين القياسية (ΔH_f°) لمركب HBr تساوى 36 kJ/mol− وهو مركب ثابت حراريًا	حرارة التكوين القياسية (ΔH_f°) لمركب HI تساوى 26 kJ/mol+ وهو مركب غير ثابت حراريًا



وضح العلاقة بين حرارة التكوين القياسية للمركب و درجة ثباته حراريًا، ثم اذكر علاقة ذلك باتجاه سير التفاعلات الكيميائية.

- كلما قلت حرارة التكوين القياسية للمركب كلما ازداد ثباته الحرارى والعكس صحيح.
- تميل معظم التفاعلات للسير فى اتجاه تكوين المركبات الأقل فى قيمة حرارة التكوين (الأكثر ثباتًا).



علل : ارتباط ثبات المركبات بحرارة تكوينها.

أمثلة

(١) رتب المركبات الموضحة بالجدول المقابل تصاعديًا حسب درجة ثباتها الحرارى.

المركب	ΔH_f° (kJ/mol)
$HBr_{(g)}$	-36
$HI_{(g)}$	+26
$HF_{(g)}$	-271
$HCl_{(g)}$	-92

فكرة الحل :

كلما قلت قيمة حرارة تكوين المركب،

كلما زادت درجة ثباتـه الحـرارى.

الحل :

$$HF_{(g)} > HCl_{(g)} > HBr_{(g)} > HI_{(g)}$$

(٢) أيًا من المعادلتين الآتيتين تعبر عن التفاعل الذى يحدث بالفعل ؟ مع بيان السبب.

(1) $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2SO_{3(g)}$

(2) $2SO_{3(g)} \longrightarrow 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$

علمًا بأن حرارة تكوين غاز SO_2 تساوى –296.83 kJ/mol و غاز SO_3 تساوى –395.72 kJ/mol

الحل :

المعادلة (1) تعبر عن التفاعل الذى يحدث بالفعل / لأن التفاعل يسير فى اتجاه تكوين المركب الأكثر ثباتًا «الأقل فى قيمة حرارة التكوين».

قانون هس


يصعب قياس حرارة تفاعل صدأ الحديد بطريقة مباشرة

* يلجأ العلماء إلى استخدام طرق غير مباشرة لحساب حرارة التفاعل ... **علل؟**

لعدة أسباب، منها :

(١) اختلاط المواد المتفاعلة أو الناتجة بمواد أخرى.

(٢) البطء الشديد لبعض التفاعلات كتفاعل صدأ الحديد الذى يستغرق وقتًا طويلًا.

(٣) خطورة قياس حرارة التفاعل بطريقة تجريبية.

(٤) صعوبة قياس حرارة التفاعل فى الظروف العادية من الضغط ودرجة الحرارة.

* ومن الطرق التى استخدمها العلماء لحساب حرارة التفاعلات التى يصعب قياس ΔH° لها بطريقة مباشرة، قانون المجموع الجبرى الثابت للحرارة والمعروف بقانون هس.

قانون هس

حرارة التفاعل مقدار ثابت فى الظروف القياسية، سواء تم التفاعل على خطوة واحدة أو على عدة خطوات.

* ويتعامل قانون هس مع المعادلات الكيميائية الحرارية، وكأنها معادلات جبرية يمكن جمعها أو طرحها أو ضرب معاملاتها فى معاملات ثابتة.

علل : يعتبر قانون هس أحد صور القانون الأول للديناميكا الحرارية.

لأنه يعتبر التفاعل الكيميائى نظام معزول تكون حرارته مقدار ثابت.

* ويعبر عن قانون هس بالصيغة الرياضية المقابلة :

$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + ...$$

تطبيق حساب المحتوى الحرارى لتفاعل يتم على خطوتين :

* $A + 2B \xrightarrow[(1)]{\text{الخطوة}} C \qquad \Delta H_1(+)$
* $C + B \xrightarrow[(2)]{\text{الخطوة}} 2D \qquad \Delta H_2(+)$

* بجمع المعادلتين وحذف المواد التى لم يحدث لها تغيير أثناء التفاعل

$$A + 2B + \cancel{C} + B \longrightarrow \cancel{C} + 2D$$

$$\mathbf{A + 3B \longrightarrow 2D} \qquad \Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2$$

أمثلة

(١) احسب حرارة تكوين غاز أول أكسيد الكربون تبعًا للمعادلة : $C_{(s)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow CO_{(g)}$

بمعلومية المعادلتين الحراريتين التاليتين :

$$(1)\ C_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H_1 = -393.5 \text{ kJ/mol}$$

$$(2)\ CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H_2 = -283 \text{ kJ/mol}$$

الحل :

بطرح المعادلة (2) من المعادلة (1) :

$$C_{(s)} + O_{2(g)} - CO_{(g)} - \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} - CO_{2(g)} \qquad \Delta H = \Delta H_1 - \Delta H_2 = [-393.5 - (-283)] \text{ kJ}$$

وبنقل $CO_{(g)}$ من الطرف الأيسر للمعادلة إلى الطرف الأيمن للمعادلة (بإشارة مخالفة) :

$$C_{(s)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow CO_{(g)} \qquad \Delta H = -110.5 \text{ kJ/mol}$$

(٢) احسب حرارة احتراق غاز أكسيد النيتريك NO تبعًا للمعادلة : $NO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow NO_{2(g)}$

بمعلومية المعادلتين الحراريتين التاليتين :

$$(1)\ \frac{1}{2}N_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow NO_{(g)} \qquad \Delta H_1 = +90.29 \text{ kJ/mol}$$

$$(2)\ \frac{1}{2}N_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow NO_{2(g)} \qquad \Delta H_2 = +33.2 \text{ kJ/mol}$$

الحل :

بطرح المعادلة (1) من المعادلة (2) :

$$\frac{1}{2}N_{2(g)} + O_{2(g)} - \frac{1}{2}N_{2(g)} - \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow NO_{2(g)} - NO_{(g)} \qquad \Delta H = \Delta H_2 - \Delta H_1$$

$$\frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow NO_{2(g)} - NO_{(g)} \qquad \Delta H = (33.2 - 90.29) \text{ kJ}$$

وبنقل $NO_{(g)}$ من الطرف الأيمن للمعادلة إلى الطرف الأيسر للمعادلة (بإشارة مخالفة) :

$$NO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow NO_{2(g)} \qquad \Delta H = -57.09 \text{ kJ/mol}$$

علل : يستحيل عمليًا أن نقيس بدقة كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق الكربون لتكوين غاز أول أكسيد الكربون.

لأن عملية أكسدة الكربون لا يمكن أن تتوقف عند مرحلة تكوين أول أكسيد الكربون، بل تستمر مكونة غاز ثانى أكسيد الكربون.

بنظام Open Book

٣٠ درجة

مجاب عنه

نموذج بوكليت على الباب الرابع

اختر الإجابة الصحيحة للأسئلة من ١ : ١٠ — ١٠ × ١ = ١٠ درجات

١ فى التفاعل الحرارى :

$$R_2 + Q_2 \longrightarrow 2RQ$$

أيًا من الاختيارات الآتية تُعبر عن التفاعل الذى ينتج أكبر قدر من الحرارة ؟ ....

الاختيار	أ	ب	ج	د
الروابط فى R_2	قوية	قوية	ضعيفة	ضعيفة
الروابط فى Q_2	قوية	قوية	ضعيفة	ضعيفة
الروابط فى RQ	قوية	ضعيفة	قوية	ضعيفة

٢ النظام المعزول ....

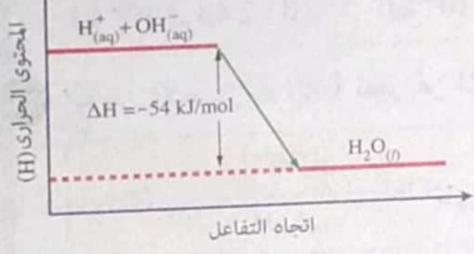
أ تسمح حدوده بانتقال المادة ولا تسمح بانتقال الحرارة.

ب تسمح حدوده بانتقال الحرارة ولا تسمح بانتقال المادة.

ج لا تسمح حدوده بانتقال أيًا من الحرارة والمادة.

د مزدوج الحدود.

٣ يُعبر عن تفاعل حمض الهيدروكلوريك مع محلول هيدروكسيد الصوديوم بمخطط الطاقة المقابل، ما كمية الحرارة المنطلقة عند تفاعل 0.1 mol من كل من الحمض والقاعدة ؟ ....



ⓐ 0.54 kJ

ⓑ 2.7 kJ

ⓒ 5.4 kJ

ⓓ 0.8 kJ

٤ تلزم كمية من الحرارة مقدارها 334 J لتحويل 1 g من الثلج إلى 1 g من الماء عند $0°C$

أيًا من القيم الآتية تناسب هذه العملية ؟ ....

ⓐ $q_p = 0$

ⓑ $\Delta H = 0$

ⓒ $\Delta H = +334$ J

ⓓ $\Delta H = -334$ J

٥ أيًا من العبارات الآتية تعبر عن نوع التفاعل الكيميائى الحادث عند احتكاك عود الثقاب بجسم خشن ؟ ....

أ ماص للحرارة بسبب استخدام الطاقة عند حك عود الثقاب.

ب ماص للحرارة بسبب انطلاق الطاقة عند احتراق عود الثقاب.

ج طارد للحرارة بسبب استخدام الطاقة عند حك عود الثقاب.

د طارد للحرارة بسبب انطلاق الطاقة عند احتراق عود الثقاب.

حرارة التكوين القياسية	المركب
+49 kJ/mol	$C_6H_{6(l)}$
− 394 kJ/mol	$CO_{2(g)}$
− 286 kJ/mol	$H_2O_{(l)}$

٦ يحترق البنزين C_6H_6 تبعًا للمعادلة التالية :

$$C_6H_{6(l)} + 7\frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow 6CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)}$$

أيًا من الحسابات الآتية يمكن بواسطتها تقدير حرارة الاحتراق القياسية للبنزين ؟ ....

ⓐ $[(12 \times -394) + (6 \times -286)] - (2 \times 49)$
ⓑ $[(12 \times 394) + (6 \times 286)] - (2 \times -49)$
ⓒ $[(6 \times -394) + (3 \times -286)] - 49$
ⓓ $[(6 \times 394) + (3 \times 286)] - (-49)$

٧ يلزم لرفع درجة حرارة 15 g من الفلز X من 25°C إلى 32°C كمية من الحرارة مقدارها 178.1 J
ماقيمة الحرارة النوعية للفلز X ، J/g.°C ....

ⓐ 0.59 ⓑ 11.9 ⓒ 1.7 ⓓ 25.4

٨ عند إمداد 15.5 g من الماء درجة حرارته 10°C بكمية من الحرارة قدرها 5 kJ ، فإنه ....

(أ) يغلي. (ب) يتبخر كليًا. (ج) يتجمد. (د) يظل سائلًا.

٩ ما مقدار الطاقة المنطلقة عند احتراق 1.9×10^8 L من غاز الهيدروجين، تبعًا للمعادلة :

$$H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(l)} \quad \Delta H = -286 \text{ kJ/mol}$$

علمًا بأن الحجم المولي من أي غاز يساوي 22.4 L/mol (at STP) ؟ ....

ⓐ 8.64×10^6 kJ ⓑ 2.98×10^{10} kJ ⓒ 3.02×10^4 kJ ⓓ 2.43×10^9 kJ

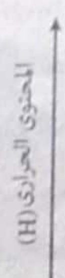
١٠ أيًا من الاختيارات الآتية تعبر عن المركب الأكثر ثباتًا حراريًا ؟ ....

الاختيار	(أ)	(ب)	(ج)	(د)
المركب	$CdSO_4$	CdS	$Cd(OH)_2$	CdO
حرارة التكوين القياسية (kJ/mol)	−935	−162	−561	−258

١ درجة

١١ عبر عن التفاعل الآتي بإكمال مخطط الطاقة الموضح :

$$N_2H_{4(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow N_{2(g)} + 2H_2O_{(v)} \quad \Delta H^\circ = -622 \text{ kJ/mol}$$



اتجاه التفاعل

١٢ **المخطط التالى يوضح التغيرات الحادثة فى الطاقة لعمليتين مختلفتين :**

$$W \xrightarrow{\Delta H = -130 \text{ kJ/mol}} X \xrightarrow{\Delta H = +80 \text{ kJ/mol}} Z$$

احسب ΔH للعملية Z ← W

١ درجة

....

١٣ تقدر حرارة الذوبان ΔH_{sol} من العلاقة : $\Delta H_{sol} = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$

فإذا علمت أن ذوبان أكسيد الكالسيوم فى الماء طارد للحرارة، **فأى قيمة** من قيم ΔH السابقة تكون هى الأكبر ؟

وما الذى تعبر عنه ؟

١ درجة

....

....

١٤ يستخدم فى مسعر القنبلة غاز و سائل لا يتغيران عند حساب حرارة احتراق أى مادة صلبة،

ما أهمية الغاز المستخدم ؟ **وما اسم** هذا السائل ؟

١ درجة

....

....

١٥ **من المعادلتين التاليتين :**

٢ درجة

① $NH_4NO_{3(s)} \xrightarrow{water} NH_4NO_{3(aq)}$ $\Delta H^\circ_{sol} = +25.7 \text{ kJ/mol}$

② $NaOH_{(s)} \xrightarrow{water} NaOH_{(aq)}$ $\Delta H^\circ_{sol} = -51 \text{ kJ/mol}$

(أ) **أيًا من** المركبين السابقين يكون ذوبانه فى الماء ماصًا للحرارة ؟

....

(ب) **احسب كمية الحرارة (المنطلقة أو الممتصة)** عند ذوبان 0.4 g من NaOH فى الماء

علمًا بأن كتلته المولية 40 g/mol

....

....

....

....

....

١٦ إذا علمت أن حرارة احتراق الكربون تساوى 393.5 kJ/mol– وأن حرارة احتراق الأسيتيلين C_2H_2 تساوى 1300 kJ/mol–

اكتب المعادلة الكيميائية الحرارية المعبرة عن حرارة تكوين كل من الأسيتيلين وثانى أكسيد الكربون من عناصرهما الأولية.

٢ درجة

١٧ احسب ΔH للتفاعل :

$$4NH_{3(g)} + 7O_{2(g)} \longrightarrow 4NO_{2(g)} + 6H_2O_{(v)}$$

٢ درجة

بمعلومية المعادلات الحرارية التالية :

① $N_{2(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{2(g)}$ $\Delta H_1 = -180.5\ kJ$

② $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_{3(g)}$ $\Delta H_2 = -91.8\ kJ$

③ $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(v)}$ $\Delta H_3 = -483.6\ kJ$



الباب الخامس

الكيمياء النووية



الفصل 1 نواة الذرة و الجسيمات الأولية.



الفصل 2 النشاط الإشعاعى و التفاعلات النووية.

أهداف الباب

بعد دراسة هذا الباب يجب أن يكون الطالب قادرًا على أن :

(١) يطبق العلاقة بين الكتلة و الطاقة بالوحدات المختلفة.

(٢) يميز بين التحول الطبيعى و التحول النووى للعناصر.

(٣) يحسب طاقة الترابط النووى بين جسيمات نواة ذرة العنصر.

(٤) يربط بين عدد البروتونات و النيوترونات و الكواركات.

(٥) يوضح تأثير انبعاث إشعاعات (ألفا - بيتا - جاما) من نواة ذرة عنصر مشع.

(٦) يقارن بين الانشطار النووى و الاندماج النووى.

(٧) يفسر الأساس العلمى للمفاعلات النووية.

(٨) يحسب الكتل الذرية للعناصر بمعلومية الكتل النسبية لنظائرها.

(٩) يطبق العلاقة بين نسبة عدد النيوترونات إلى عدد البروتونات للعناصر ومدى ثباتها النووى.

(١٠) يستنتج فترة عمر النصف و كيفية حسابها لعنصر مشع.

الفصل 1

نواة الذرة و الجسيمات الأولية

الدرس الأول
- من: مكونات الذرة.
- إلى: ما قبل القوى النووية القوية.

الدرس الثانى
- من: القوى النووية القوية.
- إلى: نهايـة الفصـل.

نواتج التعلـم

بعد دراسة هذا الفصل يجب أن يكون الطالب قادرًا على أن :

(١) يبين مكونات الذرة.

(٢) يقارن بين نموذج رذرفورد و نموذج بور لوصف الذرة.

(٣) يستنبط مفهوم النظائر ويذكر أمثلة منها.

(٤) يحسب الطاقة الناتجة من تحول كتلة معينة من مادة ما باستخدام معادلة أينشتين.

(٥) يستنتج خصائص القوى النووية القوية.

(٦) يحسب طاقة الترابط النووى و طاقة الترابط النووى لكل نيوكلون.

(٧) يحدد مكونات البروتون و النيوترون من الكواركات.

أهـم المفاهيـم

- الإلكترونات.
- العدد الكتلى.
- العدد الذرى.
- النيوكلونات.
- النظائر.
- القوى النووية القوية.
- طاقة الترابط النووى.
- العنصر المستقر.
- العنصر غير المستقر.

أهم العناصر

- مكونات الذرة.
- النظائر.
- وحدة الكتل الذرية.
- حسابات تحويل الكتلة إلى طاقة.
- القوى النووية القوية.
- طاقة الترابط النووى.
- الاستقرار النووى.
- مفهوم الكوارك.
- تركيب البروتون و النيوترون.

مكونات الذرة

* تتكون المادة من ذرات، وهى التى يرجع إليها الخواص الفيزيائية والكيميائية للمادة.

اكتشاف الإلكترونات

* فى نهاية القرن التاسع عشر :
  - تأكد العلماء أن الإلكترونات من المكونات الأساسية فى الذرة وأنها جسيمات كتلتها ضئيلة جدًا وشحنتها سالبة.

الإلكترونات
جسيمات سالبة الشحنة، كتلتها ضئيلة جدًا تدور حول نواة الذرة.

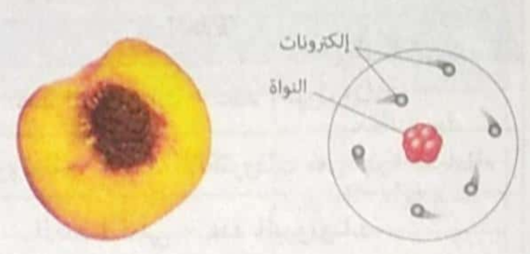
  - استنتج العلماء أن الذرة تحتوى أيضًا على شحنات موجبة مساوية لشحنة الإلكترونات السالبة وذلك بناءً على أن الذرة متعادلة كهربيًا.

إلا أنه لم يكن معروف حتى ذلك الحين، كيفية توزيع الشحنات الموجبة والسالبة فى الذرة.

نموذجى رذرفورد (1911) و بور (1913) لوصف الذرة

* ترتب على إجراء تجربة رذرفورد ونظرية بور تغير جوهرى فى وصف تركيب الذرة، كما يتضح مما يلى :

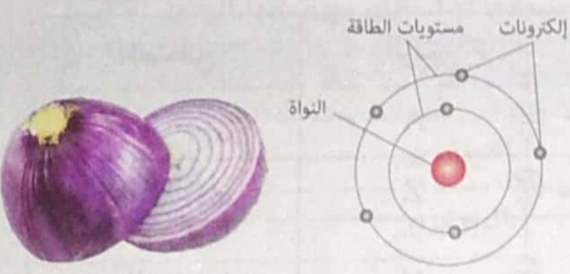
نموذج رذرفورد لوصف الذرة



نموذج رذرفورد للذرة

* يوجد فى مركز الذرة نواة :
  - صغيرة موجبة الشحنة.
  - ثقيلة نسبيًا، تتركز فيها كتلة الذرة.
* تدور الإلكترونات سالبة الشحنة حول النواة على بُعد كبير نسبيًا منها.
* الذرة معظمها فراغ، حيث أن حجم النواة صغير جدًا بالنسبة لحجم الذرة، حيث أثبتت حسابات رذرفورد أن :
  - قطر الذرة حوالى (0.1 nm)
  - قطر النواة يتراوح بين (10^{-5} : 10^{-6} nm)

نموذج بور لوصف الذرة



نموذج بور للذرة

* تدور الإلكترونات سالبة الشحنة حول النواة، فى مدارات معينة ثابتة، أطلق عليها اسم مستويات الطاقة.
* كل مستوى طاقة يشغله عدد محدد من الإلكترونات لا يزيد عنه.

اكتشاف البروتونات (1919)

* أثبت العالم رذرفورد أن نواة الذرة تحتوى على جسيمات تحمل شحنة موجبة أطلق عليها اسم البروتونات.

اكتشاف النيوترونات (1932)

* اكتشف العالم شادويك أن النواة تحتوى على جسيمات متعادلة الشحنة، أطلق عليها اسم النيوترونات، وأن كتلة النيوترون تساوى تقريبًا كتلة البروتون.

؟ أيهما تم اكتشافه أولًا : البروتون أم النيوترون ؟ ولمن يرجع الفضل فى الاكتشاف ؟

؟ علل :

(١) تتركز كتلة الذرة فى النواة.
لضآلة كتلة الإلكترونات مقارنةً بكتلة النواة حيث إن كتلة البروتون أكبر من كتلة الإلكترون بحوالى 1800 مرة.

(٢) الذرة متعادلة كهربيًا.
لتساوى عدد الشحنات الموجبة (البروتونات) داخل النواة مع عدد الشحنات السالبة (الإلكترونات) التى تدور حول النواة.

وصف نواة ذرة العنصر

* يلزم لوصف نواة ذرة أى عنصر، معرفة الثلاثة مصطلحات التالية :

المصطلح	الرمز		العلاقة
العدد الكتلى	A	=	عدد البروتونات + عدد النيوترونات
العدد الذرى	Z	=	عدد البروتونات = عدد الإلكترونات «فى الذرة المتعادلة»
عدد النيوترونات	N	=	العدد الكتلى − عدد البروتونات (N = A − Z)

* ويمكن التعبير عن أى عنصر، كما يلى :

$$^{A}_{Z}X_{N}$$

العدد الكتلى: مجموع أعداد البروتونات والنيوترونات داخل نواة الذرة.

رمز العنصر

العدد الذرى: عدد البروتونات داخل نواة الذرة.

عدد النيوترونات

النيوكلونات
البروتونات والنيوترونات الموجودة داخل نواة الذرة.

مثال

اكتب الرمز الكيميائى لنواة ذرة الألومنيوم، علمًا بأنها تحتوى على 13 بروتون ، 14 نيوترون.

الحل : ∵ النواة تحتوى على :

* 13 بروتون ∴ العدد الذرى $(Z) = 13$
* 14 نيوترون ∴ العدد الكتلى $(A) = 13 + 14 = 27$

$^{27}_{13}Al$

رمز نواة ذرة الألومنيوم

النظائر

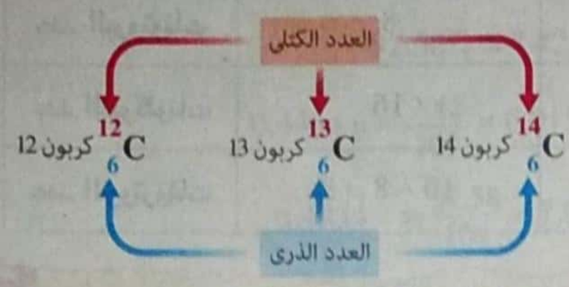
النظائر

ذرات العنصر الواحد التى تتفق فى عددها الذرى وتختلف فى عددها الكتلى، لاختلاف عدد النيوترونات فى أنويتها.

* تتفق نظائر العنصر الواحد فى الخواص الكيميائية ... **علل؟**

لاتفاقها فى عدد الإلكترونات وترتيبها حول نواة ذرة كل نظير منها.

* معظم عناصر الجدول الدورى لها أكثر من نظير.



نظائر العنصر الواحد تتفق فى العدد الذرى وتختلف فى العدد الكتلى

تطبيق ① **نظائر الهيدروچين.**

* عنصر الهيدروچين - أبسط العناصر الموجودة فى الطبيعة - له 3 نظائر، **يوضحها الجدول التالى :**

رمز النظير	$^{1}_{1}H$	$^{2}_{1}H$	$^{3}_{1}H$
اسم النظير	البروتيوم	الديوتيريوم	التريتيوم
اسم نواة النظير	البروتون	الديوتيرون	التريتيون
الشكل	إلكترون e^- ، بروتون p	إلكترون e^- ، بروتون p ، نيوترون n	إلكترون e^- ، p ، n
العدد الذرى	1	1	1
العدد الكتلى	1	2	3
عدد البروتونات	1	1	1
عدد النيوترونات	$1 - 1 = 0$	$2 - 1 = 1$	$3 - 1 = 2$



يتضح من الجدول السابق أن :

* العدد الذرى يتساوى مع العدد الكتلى فى نواة البروتيوم ... **علل؟** لعدم احتوائها على نيوترونات.
* **عدد النيوترونات :**
  • يتساوى مع عدد البروتونات فى نواة ذرة الديوتيريوم.
  • ضعف عدد البروتونات فى نواة ذرة التريتيوم.

تطبيق ٢ نظائر الأكسچين.

* عنصر الأكسچين له 3 نظائر، يوضحها الجدول التالى :

النظير	$^{16}_{8}O$	$^{17}_{8}O$	$^{18}_{8}O$
عدد البروتونات	8	8	8
عدد النيوكلونات	16	17	18
عدد النيوترونات	16 – 8 = 8	17 – 8 = 9	18 – 8 = 10



لماذا يستحيل تواجد النظير $^{2}_{2}He$ ؟

لأن قــوى التنافر الكهربى بين البروتونــات وبعضها فى النواة لن يقابلها قوى تجاذب بين النيوترونات والبروتونات، لعدم وجود نيوترونات.

وحدة الكتل الذرية amu

* لا تقدر كتل ذرات النظائر بوحدة كيلوجرام kg ... **علل؟** لأن كتلها صغيرة جدًا.
* تقدر كتل ذرات النظائر بوحدة الكتل الذرية amu والتى تختصر إلى u وهى تعادل 1.66×10^{-27} kg

$$1\ u = 1.66 \times 10^{-24}\ g = 1.66 \times 10^{-27}\ kg$$

* ويمكن تعيين الكتل الذرية للعناصر بمعلومية الكتل الذرية النسبية لنظائرها ونسبة وجود كل منها.

أمثلة

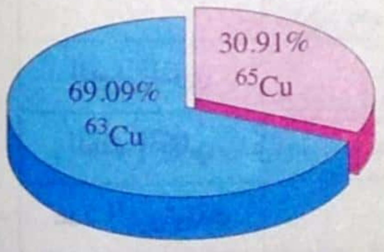
(١) احسب الكتلة الذرية لعنصر النحاس،

علمًا بأنه يتواجد فى الطبيعة على هيئة نظيرين، هما :

^{63}Cu (نسبة وجوده 69.09%) ،

^{65}Cu (نسبة وجوده 30.91%)

[^{63}Cu = 62.9298 amu , ^{65}Cu = 64.9278 amu]



نسبة وجود نظيرى عنصر النحاس فى الطبيعة

الحل : مساهمة نظير النحاس 63 فى الكتلة الذرية = $62.9298 \times \frac{69.09}{100} = 43.4782\ u$

مساهمة نظير النحاس 65 فى الكتلة الذرية = $64.9278 \times \frac{30.91}{100} = 20.0691\ u$

الكتلة الذرية لعنصر النحاس Cu = $43.4782 + 20.0691 = 63.5473\ u$

(٢) عينة من الليثيوم تحتوى على نظيرين، الأول نظير الليثيوم 6 وكتلته الذرية النسبية 6.01572 u والثانى نظير الليثيوم 7 وكتلته الذرية النسبية 7.016 u **احسب الكتلة الذرية** لعنصر الليثيوم، **علمًا بأن** نسبة وجود نظير الليثيوم 6 فى العينة 7.42%

الحل : نسبة وجود نظير الليثيوم 7 فى العينة = $100 - 7.42 = 92.58\%$

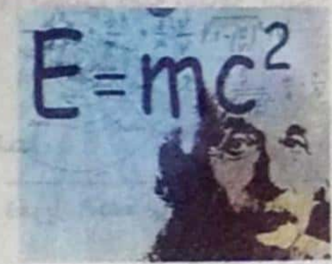
مساهمة نظير الليثيوم 6 فى الكتلة الذرية = $6.01572 \times \frac{7.42}{100} = 0.4464\ u$

مساهمة نظير الليثيوم 7 فى الكتلة الذرية = $7.016 \times \frac{92.58}{100} = 6.4954\ u$

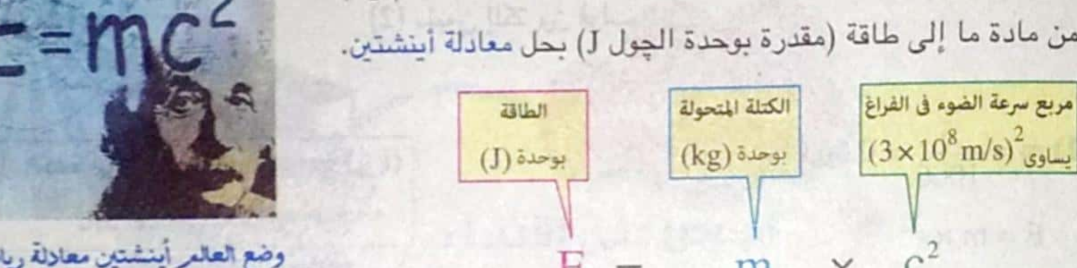
الكتلة الذرية لعنصر الليثيوم Li = $0.4464 + 6.4954 = 6.9418\ u$

حسابات تحويل الكتلة إلى طاقة

* يمكن حساب الطاقة الناتجة عن تحول كتلة (مقدرة بالكيلوجرام kg) من مادة ما إلى طاقة (مقدرة بوحدة الجول J) بحل معادلة أينشتين.

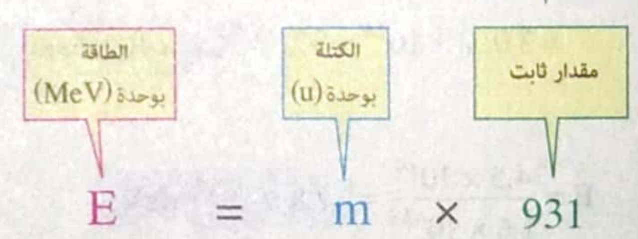


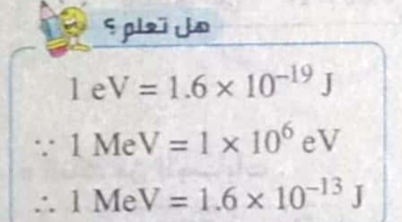
وضع العالم أينشتين معادلة رياضية توضح العلاقة بين الكتلة المتحولة و الطاقة



* ولحساب الطاقة الناتجة عن تحول كتلة (مقدرة بوحدة الكتل الذرية u) من مادة ما إلى طاقة (مقدرة بوحدة مليون إلكترون ڤولت MeV)

تستخدم العلاقة :



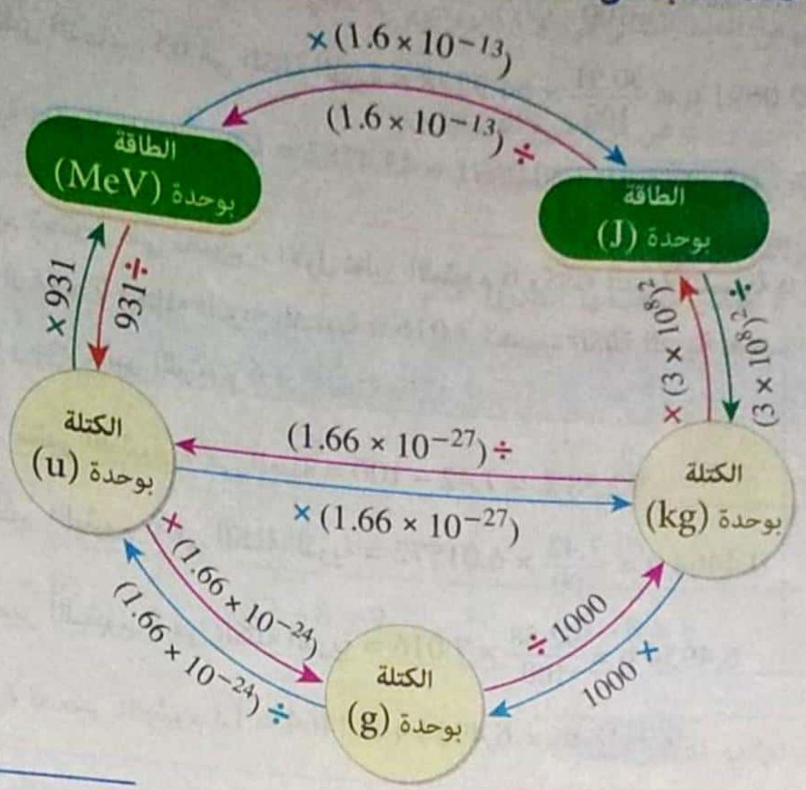


$1\ eV = 1.6 \times 10^{-19}\ J$

$\because 1\ MeV = 1 \times 10^{6}\ eV$

$\therefore 1\ MeV = 1.6 \times 10^{-13}\ J$

* ويمكن إجمال العلاقات السابقة فى المخطط التالى :



أمثلة

(١) احسب كمية الطاقة الناتجة عن تحول 5 g من مادة إلى طاقة، مقدرة بوحدات :

(1) جول. (2) مليون إلكترون ڤولت.

الحل :

تحويل الكتلة من وحدة (g) إلى وحدة (kg) بالقسمة على 1000

$$(1)\ m = \frac{5}{1000} = 0.005\ kg$$

$$E = m \times c^2$$

$$= 0.005 \times (3 \times 10^8)^2 = 4.5 \times 10^{14}\ J$$

تحويل الكتلة من وحدة (g) إلى وحدة (u) بالقسمة على 1.66×10^{-24}

$$(2)\ m = \frac{5}{1.66 \times 10^{-24}} = 3.012 \times 10^{24}\ u$$

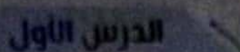
$$E = m \times 931$$

$$= 3.012 \times 10^{24} \times 931 = 2.8 \times 10^{27}\ MeV$$

* للتأكد من الحسابات :

يتم قسمة الطاقة بوحدة (J) على 1.6×10^{-13}

$$E = \frac{4.5 \times 10^{14}}{1.6 \times 10^{-13}} = 2.8 \times 10^{27}\ MeV$$

(٢) احسب كمية الطاقة (بالجول) الناتجة عن تحول 25% من مادة مشعة كتلتها 1.4 g إلى طاقة.

الحل :

$$m = 1.4 \times \frac{25}{100} = 0.35\ g$$

$$E = m \times c^2 = \frac{0.35}{1000} \times (3 \times 10^8)^2 = 3.15 \times 10^{13}\ J$$

(٣) احسب الكتلة بالكيلوجرام التى تتحول إلى طاقة مقدارها 190 MeV

الحل :

حساب الكتلة بوحدة (u)

$$m(u) = \frac{E}{931} = \frac{190}{931} = 0.2\ u$$

تحويل الكتلة من وحدة (u) إلى وحدة (kg) بالضرب فى 1.66×10^{-27}

$$m(kg) = 0.2 \times 1.66 \times 10^{-27}$$

$$= 3.32 \times 10^{-28}\ kg$$



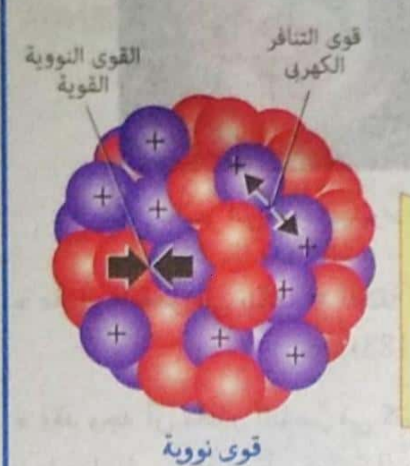
القوى النووية القوية

• تحافظ أنوية الذرات على استقرارها وتماسكها بالرغم من ضآلة قوى التجاذب المادى بين النيوكلونات وبعضها، مقارنةً بقوى التنافر الكهربى (قوى كهروستاتيكية) بين البروتونات وبعضها ... علل ؟

لوجود قوى أخرى قوية تعمل على ترابط النيوكلونات ببعضها لضمان استقرار أنوية الذرات المستقرة تعرف باسم القوى النووية القوية.

القوى النووية القوية

قوى تعمل على ترابط النيوكلونات داخل النواة.



قوى نووية

علل : تسمى القوى التى تعمل على ترابط النيوكلونات ببعضها باسم القوى النووية القوية.

لأن تأثيرها على النيوكلونات كبير جداً داخل الحيز الصغير للنواة.

خصائص القوى النووية القوية

(١) ذات قوة هائلة.

(٢) لا تعتمد على شحنة النيوكلونات ... علل ؟

لأنها تكون بين :

- بروتون و بروتون.
- نيوترون و نيوترون.
- بروتون و نيوترون.

(٣) تعمل فى مدى قصير (أى لا يبدأ التجاذب بين النيوكلونات، إلا عندما تكون المسافة بينها صغيرة للغاية).


شكل تخيلى تمثل فيه النيوكلونات بالكرات والقوى النووية القوية باللون الأزرق

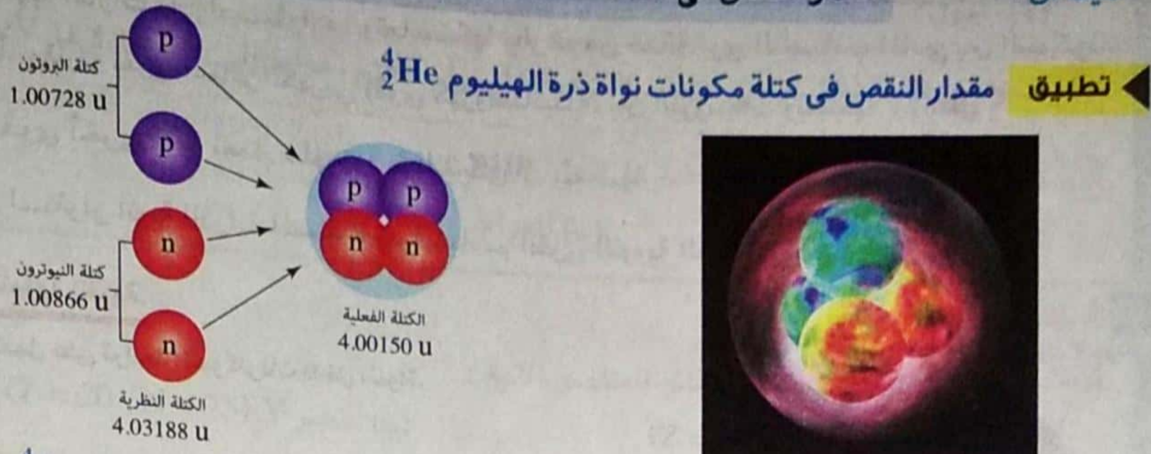

اكتب نبذة عن خصائص القوى النووية القوية.

طاقة الترابط النووى

* أثبتت جميع القياسات الدقيقة لكتل الأنوية المختلفة، أن :
كتلة النيوكلونات المترابطة (الكتلة الفعلية للنواة) تكون أقل من مجموع كتل النيوكلونات الحرة (الكتلة النظرية للنواة).

حيث أن : مقدار النقص فى الكتلة = الكتلة النظرية - الكتلة الفعلية

تطبيق مقدار النقص فى كتلة مكونات نواة ذرة الهيليوم ${}_{2}^{4}He$



الكتلة الفعلية (4.00150 u) لنواة ذرة ${}_{2}^{4}He$ أقل من كتلتها النظرية (4.03188 u)



شكل تخيلى لنواة ذرة الهيليوم ${}_{2}^{4}He$

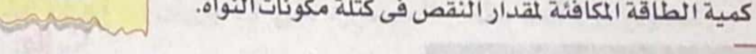
* مقدار النقص فى الكتلة = الكتلة النظرية - الكتلة الفعلية
= (4.03188) - (4.00150) = 0.03038 u

* وقد وجد أن مقدار النقص فى كتلة النيوكلونات يتحول إلى طاقة لربط مكونات النواة ببعضها، تُعرف بطاقة الترابط النووى.

علل : الكتلة الفعلية لنواة أى ذرة أقل من مجموع كتل مكوناتها.
لتحول جزء من كتلة مكونات النواة إلى طاقة لربط تلك المكونات ببعضها.

طاقة الترابط النووى
كمية الطاقة المكافئة لمقدار النقص فى كتلة مكونات النواة.

* يمكن حساب طاقة الترابط النووى باستخدام قانون أينشتين، كالتالى :

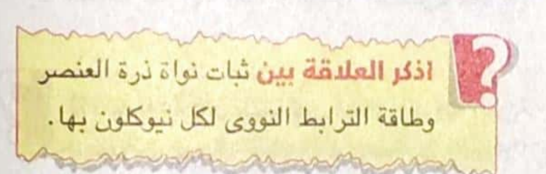


طاقة الترابط النووى (BE) = النقص فى الكتلة (الكتلة المتحولة) × 931
«MeV» «u»

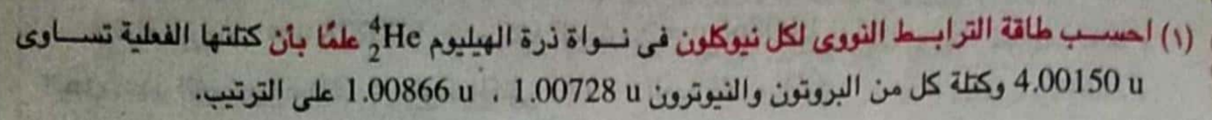
* وتسمى القيمة التى يساهم بها كل نيوكلون فى طاقة الترابط النووى بطاقة الترابط النووى لكل نيوكلون، والتى يمكن حسابها من العلاقة :

$$\text{طاقة الترابط النووى لكل نيوكلون } \left(\frac{BE}{A}\right) = \frac{\text{طاقة الترابط النووى الكلية (BE)}}{\text{عدد النيوكلونات «العدد الكتلى» (A)}}$$

* وتعتبر طاقة الترابط النووى لكل نيوكلون $\left(\frac{BE}{A}\right)$ مقياسًا مناسبًا لمدى الاستقرار النووى ... **علل ؟**
لأن ثبات الأنوية يزداد بزيادة قيمة $\left(\frac{BE}{A}\right)$ لها.



اذكر العلاقة بين ثبات نواة ذرة العنصر وطاقة الترابط النووى لكل نيوكلون بها.



أمثلة

(١) احسب طاقة الترابط النووى لكل نيوكلون فى نواة ذرة الهيليوم $^{4}_{2}He$ علمًا بأن كتلتها الفعلية تساوى 4.00150 u وكتلة كل من البروتون والنيوترون 1.00728 u ، 1.00866 u على الترتيب.

فكرة الحل :

① حساب الكتلة النظرية لمكونات النواة من العلاقة :

الكتلة النظرية = (عدد البروتونات × كتلة البروتون) + (عدد النيوترونات × كتلة النيوترون)

الكتلة النظرية

$= (1.00866 \times 2) + (1.00728 \times 2)$

$= 2.01732 + 2.01456$

$= 4.03188\ u$

② حساب النقص فى كتلة مكونات النواة من العلاقة :

النقص فى الكتلة = الكتلة النظرية – الكتلة الفعلية

النقص فى الكتلة = $4.03188 - 4.00150$

$= 0.03038\ u$

③ حساب طاقة الترابط النووى من العلاقة :

طاقة الترابط النووى = النقص فى الكتلة × 931

$BE = 0.03038 \times 931$

$= 28.28378\ MeV$

④ حساب طاقة الترابط النووى لكل نيوكلون من العلاقة :

طاقة الترابط النووى لكل نيوكلون = $\frac{\text{طاقة الترابط النووى الكلية}}{\text{عدد النيوكلونات}}$

$\frac{BE}{A} = \frac{28.28378}{4}$

$= 7.070945\ MeV$

(٢) احسب الكتلة الفعلية لنواة ذرة السيليكون $^{28}_{14}Si$

علمًا بأن : * كتلة النيوترون = 1.00866 u * كتلة البروتون = 1.00728 u

* طاقة الترابط النووى لكل نيوكلون بها = 8.21275 MeV

الحل :

طاقة الترابط النووى = طاقة الترابط النووى لكل نيوكلون × عدد النيوكلونات

$= 8.21275 \times 28 = 229.957\ MeV$

النقص فى الكتلة = $\frac{\text{طاقة الترابط النووى}}{931} = \frac{229.957}{931} = 0.247\ u$

عدد النيوترونات = العدد الكتلى – العدد الذرى

= 28 – 14 = 14 نيوترون.

الكتلة النظرية = (عدد البروتونات × كتلة البروتون) + (عدد النيوترونات × كتلة النيوترون)

$= (1.00728 \times 14) + (1.00866 \times 14) = 28.22316\ u$

الكتلة الفعلية = الكتلة النظرية – النقص فى الكتلة

$= 28.22316 - 0.247 = 27.97616\ u$

(٣) احسب طاقة الترابط النووى بوحدة الچول لنواة ذرة ما، علمًا بأن :

* قيمة A لها = 6 * قيمة Z لها = 3 * كتلتها الفعلية = 6.015 u

* كتلة البروتون = 1.00728 u * كتلة النيوترون = 1.00866 u

الحل : عدد النيوترونات (N) = العدد الكتلى (A) − العدد الذرى (Z)

= 6 − 3 = 3 نيوترون

الكتلة النظرية = (عدد البروتونات × كتلة البروتون) + (عدد النيوترونات × كتلة النيوترون)

$= (3 \times 1.00728) + (3 \times 1.00866) = 3.02184 + 3.02598 = 6.04782\ u$

النقص فى الكتلة = الكتلة النظرية − الكتلة الفعلية = $6.04782 - 6.015 = 0.03282\ u$

طاقة الترابط النووى (BE) = النقص فى الكتلة × 931

$= 0.03282 \times 931$

$= 30.55542\ MeV$

طاقة الترابط النووى (J)

= طاقة الترابط النووى (MeV) × 1.6×10^{-13}

$= 30.55542 \times 1.6 \times 10^{-13}$

$= 4.9 \times 10^{-12}\ J$

حل آخر :

يتم تحويل النقص فى الكتلة من وحدة **u** إلى وحدة **kg** بالضرب فى 1.66×10^{-27}

* النقص فى الكتلة (kg) = $0.03282 \times 1.66 \times 10^{-27}$

$= 5.44812 \times 10^{-29}\ kg$

طاقة الترابط النووى (J) = النقص فى الكتلة (kg) × c^2

$= 5.44812 \times 10^{-29} \times (3 \times 10^8)^2$

$= 4.9 \times 10^{-12}\ J$

(٤) أيًا من النظيرين (الأكسچين $^{16}_{8}O$ / الأكسچين $^{17}_{8}O$) أكثر استقرارًا ؟ مع تعليل إجابتك.

علمًا بأن : * الكتلة الفعلية للنظير ($^{16}_{8}O$) = 15.994915 u * الكتلة الفعلية للنظير ($^{17}_{8}O$) = 16.999132 u

* كتلة النيوترون = 1.00866 u * كتلة البروتون = 1.00728 u

الحل :

	نظير الأكسچين $^{16}_{8}O$	نظير الأكسچين $^{17}_{8}O$
الكتلة النظرية	$(8 \times 1.00728) + (8 \times 1.00866) = 16.12752\ u$	$(8 \times 1.00728) + (9 \times 1.00866) = 17.13618\ u$
النقص فى الكتلة	$16.12752 - 15.994915 = 0.132605\ u$	$17.13618 - 16.999132 = 0.137048\ u$
طاقة الترابط النووى	$BE = 0.132605 \times 931 = 123.455255\ MeV$	$BE = 0.137048 \times 931 = 127.591688\ MeV$
طاقة الترابط النووى لكل نيوكلون	$\frac{BE}{A} = \frac{123.455255}{16} = 7.7\ MeV$	$\frac{BE}{A} = \frac{127.591688}{17} = 7.5\ MeV$

∴ النظير $^{16}_{8}O$ أكثر استقرارًا من النظير $^{17}_{8}O$ / لأن مقدار طاقة الترابط النووى لكل نيوكلون $\frac{BE}{A}$ فيه أكبر.

(٥) احسب العدد الذرى لعنصر ما، علمًا بأن :

* طاقة الترابط النووى الكلية له = 27.36 MeV
* طاقة الترابط النووى لكل نيوكلون فى نواة ذرته = 6.84 MeV
* كتلة النيوترونات = 2.01732 u
* كتلة النيوترون = 1.00866 u

الحل :

$$\text{عدد النيوكلونات} = \frac{\text{طاقة الترابط النووى الكلية}}{\text{طاقة الترابط النووى لكل نيوكلون}} = \frac{27.36}{6.84} = 4$$

$$\text{عدد النيوترونات} = \frac{\text{كتلة النيوترونات}}{\text{كتلة النيوترون}} = \frac{2.01732}{1.00866} = 2 \text{ نيوترون}$$

العدد الذرى = عدد النيوكلونات − عدد النيوترونات = 4 − 2 = **2**

الاستقرار النووى

* يستخدم مصطلح الاستقرار (الثبات) لوصف مدى قابلية أنوية ذرات العناصر للانحلال، وعلى هذا الأساس تم تصنيف العناصر تبعًا لثبات أنوية ذراتها **إلى :**

عناصر مستقرة

العنصر المستقر
عنصر تبقى نواة ذرته ثابتة بمرور الزمن، دون حدوث أى نشاط إشعاعى.

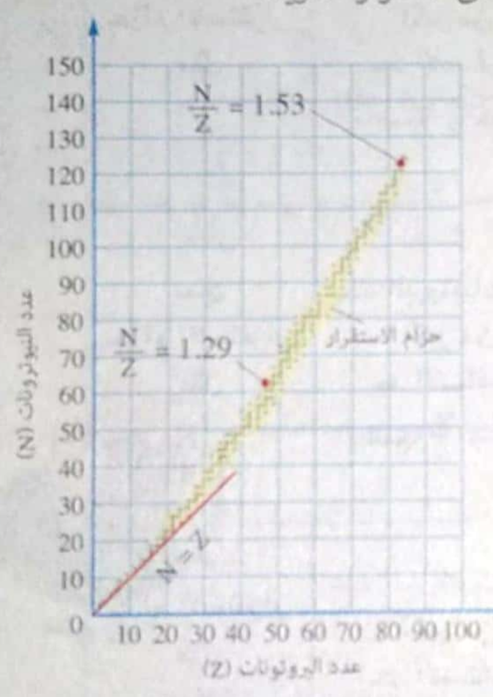
عناصر غير مستقرة

العنصر غير المستقر
عنصر تتحلل نواة ذرته بمرور الزمن، نتيجة حدوث نشاط إشعاعى.

* وتحدد النسبة بين عدد النيوترونات إلى عدد البروتونات $\left(\frac{N}{Z}\right)$ مدى استقرار الأنوية.
* **الشكل البيانى المقابل** يوضح العلاقة بين عدد النيوترونات وعدد البروتونات لأنوية ذرات عناصر الجدول الدورى **ومنه يتضح أن :**

(١) أنوية ذرات العناصر المستقرة :

- تشكل منطقة تنحرف قليلاً إلى اليسار عن الخط الذى يمثل $N = Z$ وتعرف هذه المنطقة **بحزام الاستقرار Belt of stability**
- تكون فيها النسبة $\frac{N}{Z}$ تساوى 1، أى يتساوى فيها عدد النيوترونات مع عدد البروتونات فى حالة العناصر المستقرة الخفيفة (التى يقل عدد النيوكلونات فيها عن 38) مثل الكربون $^{12}_{6}C$ ، الأكسجين $^{16}_{8}O$
- بزيادة العدد الذرى لهذه العناصر تزداد النسبة $\frac{N}{Z}$ تدريجيًا حتى تصل إلى حوالى 1.53 فى نظير الرصاص $^{208}_{82}Pb$

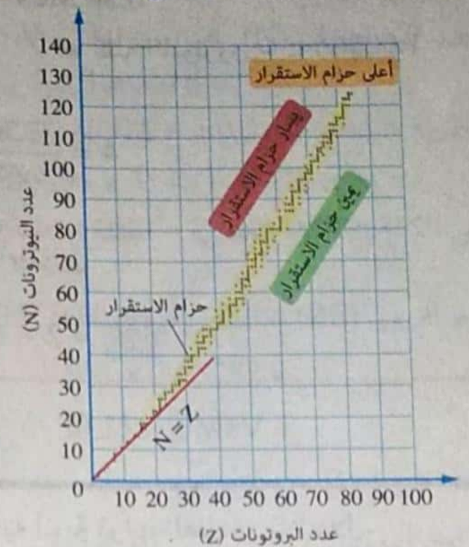


تشكل الأنوية المستقرة ما يُعرف بحزام الاستقرار

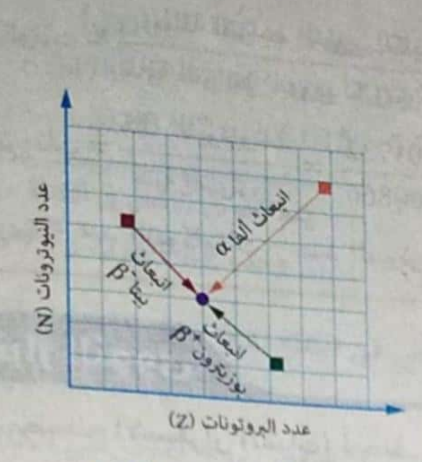


(٢) أنوية ذرات العناصر غير المستقرة :

تقع يمين أو يسار أو أعلى حزام الاستقرار، ولكى تصل إلى حالة الاستقرار ينبعث منها جسيمات من خلال نشاط إشعاعى، كما يتضح من الشكلين التاليين :



موقع أنوية ذرات العناصر غير المستقرة بالنسبة لحزام الاستقرار



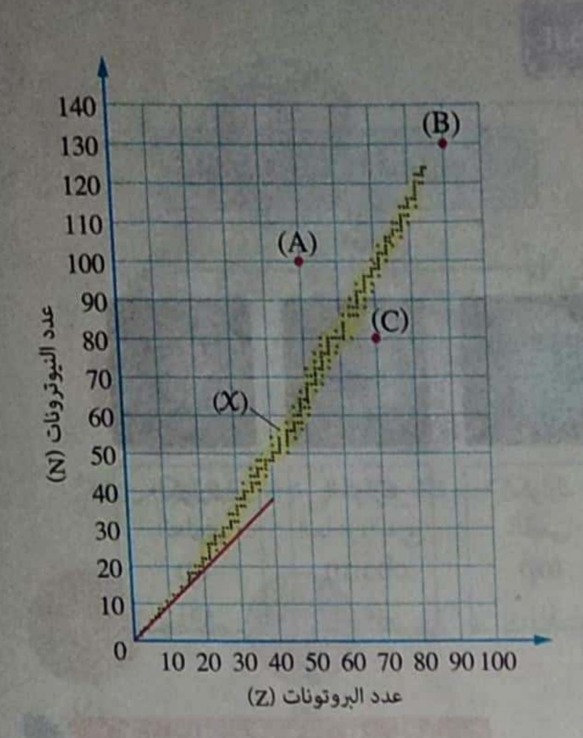
كيفية وصول أنوية ذرات العناصر غير المستقرة إلى حالة الاستقرار

* **الجدول التالى يوضح سبب عدم استقرار أنوية الذرات وكيفية وصولها لحالة الاستقرار :**

موقع الأنوية غير المستقرة	سبب عدم استقرار أنوية الذرات	كيفية وصول الأنوية غير المستقرة لحالة الاستقرار
يسار حزام الاستقرار مثل $^{14}_{6}C$	عدد النيوترونات فيها أكبر من حد الاستقرار «النسبة $\frac{N}{Z}$ كبيرة»	بانبعاث جسيم بيتا (إلكترون نواة سالب) β^- من نواة ذرة العنصر غير المستقر ... **علل ؟** لتحويل أحد النيوترونات الزائدة إلى بروتون حتى تتعدل النسبة $(\frac{N}{Z})$ لتقترب من حزام الاستقرار n نيوترون $\xrightarrow{\text{انبعاث}}$ جسيم بيتا β^- p بروتون
يمين حزام الاستقرار مثل $^{35}_{19}K$	عدد البروتونات فيها أكبر من حد الاستقرار «النسبة $\frac{N}{Z}$ صغيرة»	بانبعاث بوزيترون (إلكترون نواة موجب) β^+ من نواة ذرة العنصر غير المستقر ... **علل ؟** لتحويل أحد البروتونات الزائدة إلى نيوترون حتى تتعدل النسبة $(\frac{N}{Z})$ لتقترب من حزام الاستقرار p بروتون $\xrightarrow{\text{انبعاث}}$ بوزيترون β^+ n نيوترون
أعلى حزام الاستقرار مثل $^{238}_{92}U$	عدد النيوكلونات فيها أكبر من حد الاستقرار	بانبعاث دقيقة ألفا α (^4_2He) من نواة ذرة العنصر غير المستقر ... **علل ؟** لفقد (2 بروتون ، 2 نيوترون) لتقترب من حزام الاستقرار

أمثلة

(١) ادرس الشكل المقابل، ثم أجب عما يلى :



(١) ما الذى يمثله (X) ؟

(٢) (A) ، (B) ، (C) تمثل مواضع ثلاث أنوية لذرات عناصر غير مستقرة، أى من هذه الأنوية يكتسب استقرارًا بانبعاث :

(أ) دقيقة بيتا β^- (ب) بوزيترون β^+

مع تفسير إجابتك.

الحل :

(١) حزام الاستقرار.

(٢) (أ) نواة العنصر (A) / لأن عدد النيوترونات فيها أكبر من حد الاستقرار «النسبة $\frac{N}{Z}$ كبيرة».

(ب) نواة العنصر (C) / لأن عدد البروتونات فيها أكبر من حد الاستقرار «النسبة $\frac{N}{Z}$ صغيرة».

(٢) العنصران X ، Y لهما نفس العدد من النيوكلونات، فإذا كانت النسبة $\frac{N}{Z}$ للعنصر X تساوى 1 وللعنصر Y تساوى 1.5 **استنتج الرمز الكيميائى لنواة ذرة العنصر المستقر Y ،** **علمًا بأن** نواة العنصر X تحتوى على 5 بروتونات.

الحل :

* بالنسبة للعنصر (X) :

$\because \frac{N}{Z} = 1$ ، $Z = 5$ $\therefore N = 5$

∴ عدد النيوكلونات فى نواة أيًا من العنصر X أو العنصر Y = 5 + 5 = 10 نيوكلون

* بالنسبة للعنصر (Y) :

$\because N : Z = 1.5 : 1 = 6 : 4$

$\therefore N = 6$ ، $Z = 4$

∴ الرمز الكيميائى لنواة ذرة العنصر : $^{10}_{4}Y$

مفهوم الكوارك


موری چیلمان

* أثبت العالم موري چيلمان فى عام 1963 أن البروتونات عبارة عن تجمع جسيمات أولية، أطلق عليها مصطلح الكواركات،

حيث : • يتميز كل منها برقم يرمز له بالرمز Q يعبر عن شحنتها.

• تأخذ قيم منسوبة لشحنة الإلكترون ($-\frac{1}{3}$ e أو $+\frac{2}{3}$ e)

• يبلغ العدد المعروف منها ستة أنواع.

* المخطط التالى يوضح تصنيف الكواركات تبعًا لقيم Q لكل منها :



كواركات شحنتها Q تُعادل $+\frac{2}{3}e$			كواركات شحنتها Q تُعادل $-\frac{1}{3}e$		
هى			هى		
					
الكوارك العلوى up (u)	الكوارك الساحر (البديع) charm (c)	الكوارك القمى top (t)	الكوارك السفلى down (d)	الكوارك الغريب strange (s)	الكوارك القاعى bottom (b)

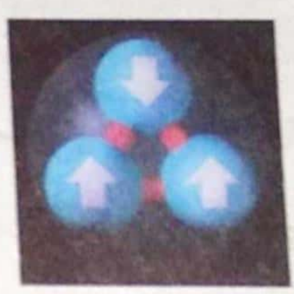
تركيب البروتون و النيوترون

تركيبه

البروتون

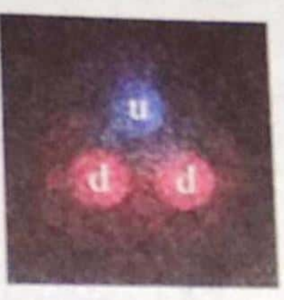
يتركب من ارتباط
1 كوارك سفلى d مع 2 كوارك علوى u





النيوترون

يتركب من ارتباط
1 كوارك علوى u مع 2 كوارك سفلى d





شحنته الكهربية

الشحنة الكهربية للبروتون Q_p موجبة ... **علل ؟**

الشحنة الكهربية للنيوترون Q_n متعادلة ... **علل ؟**

التفسير

لأن شحنة البروتون تساوى مجموع شحنات الكواركات المكونة له.

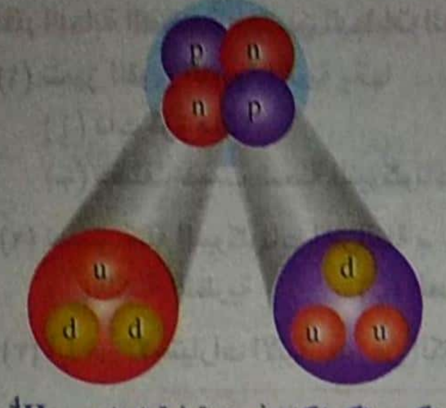
$$Q_p = d + u + u$$
$$= -\frac{1}{3} + \frac{2}{3} + \frac{2}{3} = +1e$$

لأن شحنة النيوترون تساوى مجموع شحنات الكواركات المكونة له.

$$Q_n = u + d + d$$
$$= \frac{2}{3} + (-\frac{1}{3}) + (-\frac{1}{3}) = 0$$

أمثلة

(١) وضح تركيب الكواركات فى نواة ذرة الهيليوم $^{4}_{2}He$



تركيب الكواركات فى نواة ذرة الهيليوم $^{4}_{2}He$

الحل :

* **تتركب نواة ذرة الهيليوم من :**

- 2 بروتون (يتركب كل منهما من ارتباط 1 كوارك سفلى d مع 2 كوارك علوى u).
- 2 نيوترون (يتركب كل منهما من ارتباط 1 كوارك علوى u مع 2 كوارك سفلى d).

---

(٢) ادرس الشكل المقابل، ثم أجب عن الأسئلة التالية :

(A) → (B) + X + Energy

(أ) ما الذى يعبر عنه كل من الشكلين (A) ، (B) ؟ مع حساب الشحنة الكهربية لكل منهما.

(ب) عما يعبر الجسيم (X) ؟ وما نوع شحنته ؟

الحل :

(أ) (A) : نيوترون (n). (B) : بروتون (p).

$$* \ Q_n = \frac{2}{3} + (-\frac{1}{3}) + (-\frac{1}{3}) = 0$$

$$* \ Q_p = -\frac{1}{3} + \frac{2}{3} + \frac{2}{3} = +1e$$

(ب) جسيم بيتا β^- / شحنة سالبة.

---

(٣) عنصر عدده الذرى 9 وتحتوى نواة ذرته على 29 كوارك سفلى، احسب :

(أ) العدد الكتلى للعنصر. (ب) عدد الكواركات العلوية فى نواة ذرة العنصر.

الحل :

(أ) عدد البروتونات = العدد الذرى = 9 بروتون.

∵ كل بروتون يتركب من ارتباط 1 كوارك سفلى d مع 2 كوارك علوى u

∴ عدد الكواركات السفلية المكونة للبروتونات = 9 كوارك سفلى.

∴ عدد الكواركات السفلية المكونة للنيوترونات = 29 − 9 = 20 كوارك سفلى.

∵ كل نيوترون يتركب من ارتباط 1 كوارك علوى u مع 2 كوارك سفلى d

∴ عدد النيوترونات = $\frac{20}{2}$ = 10 نيوترون.

∴ العدد الكتلى للعنصر = عدد البروتونات + عدد النيوترونات = 9 + 10 = 19

(ب) عدد الكواركات العلوية فى نواة ذرة العنصر = عدد الكواركات العلوية المكونة للبروتونات + عدد الكواركات العلوية المكونة للنيوترونات

= (9 × 2) + (10 × 1) = 28 كوارك علوى

الفصل 2

النشاط الإشعاعى والتفاعلات النووية

الدرس الأول من التفاعلات النووية. إلى ما قبل تفاعلات التحول النووى (العنصرى).

الدرس الثانى من تفاعلات التحول النووى (العنصرى). إلى نهاية الفصل.

نواتج التعلم

بعد دراسة هذا الفصل يجب أن يكون الطالب قادرًا على أن :

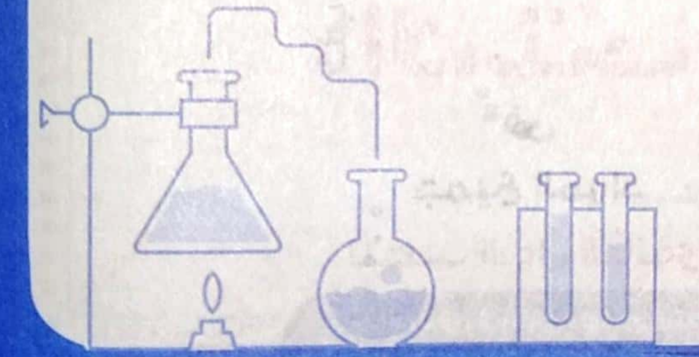
(١) يتعرف النشأة التاريخية لمفهوم النشاط الإشعاعى.
(٢) يحدد أنواع الإشعاعات الصادرة من العناصر المشعة ويذكر خواصها.
(٣) يقارن بين أشعة ألفا و بيتا و جاما.
(٤) يحسب عمر النصف لبعض العناصر.
(٥) يوضح كيفية إتمام تفاعلات التحول النووى (العنصرى).
(٦) يذكر فكرة عمل المفاعل النووى الانشطارى و أهميته.
(٧) يقارن بين تفاعلات الانشطار النووى و الاندماج النووى.
(٨) يفسر الأساس العلمى للمفاعلات النووية.
(٩) يحدد أهمية التفاعلات النووية فى بعض المجالات.

أهم المفاهيم

- التفاعلات النووية.
- عمر النصف.
- تفاعلات التحول النووى (العنصرى).
- التفاعل المتسلسل.
- الحجم الحرج.
- الاندماج النووى.
- الإشعاعات المؤينة.
- الإشعاعات غير المؤينة.

أهم العناصر

- التفاعلات النووية.
- تفاعلات التحول الطبيعى للعناصر.
- عمر النصف.
- تفاعلات التحول النووى (العنصرى).
- تفاعلات الانشطار النووى.
- تفاعلات الاندماج النووى.
- الاستخدامات السلمية للنظائر المشعة.
- الآثار الضارة للإشعاعات النووية.



التفاعلات النووية

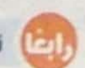
* تختلف التفاعلات النووية عن التفاعلات الكيميائية ... علل؟

لأن التفاعلات الكيميائية تتم بين ذرات العناصر المتفاعلة عن طريق إلكترونات مستويات الطاقة الخارجية لها، فى حين لا يحدث تغير فى أنوية هذه الذرات، أما فى التفاعلات النووية فيؤدى تصادم أنوية ذرات العناصر المتفاعلة ببعضها إلى حدوث تغير فى تركيبها ينتج عنه تكوين أنوية ذرات عناصر جديدة.

التفاعلات النووية

تفاعلات تتضمن تغير فى تركيب أنوية ذرات العناصر المتفاعلة عند تصادمها وتكوين أنوية ذرات عناصر جديدة.

* وتصنف التفاعلات النووية إلى أربعة أنواع، هى :



أولًا تفاعلات التحول الطبيعى للعناصر (النشاط الإشعاعى الطبيعى)

ثانيًا تفاعلات التحول النووى (العنصرى)

ثالثًا تفاعلات الانشطار النووى

رابعًا تفاعلات الاندماج النووى

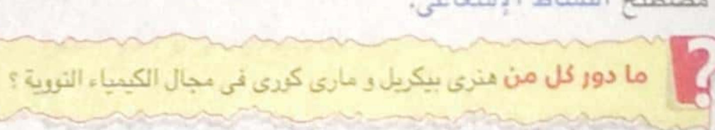
أولًا تفاعلات التحول الطبيعى للعناصر

اكتشاف ظاهرة النشاط الإشعاعى

* فى عام 1896 اكتشف العالم هنرى بيكريل - عن طريق الصدفة - ظاهرة انبعاث إشعاعات غير مرئية من أحد مركبات اليورانيوم.
* وفى عام 1898 أطلقت مارى كورى على هذه الظاهرة، مصطلح النشاط الإشعاعى.

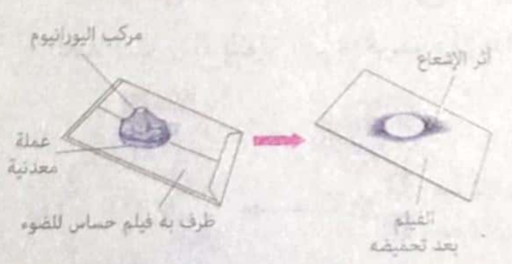


مارى كورى



ما دور كل من هنرى بيكريل و مارى كورى فى مجال الكيمياء النووية ؟

* وانصب اهتمام الباحثين بعد ذلك على معرفة طبيعة الإشعاعات المنبعثة من المواد المشعة ومقارنة خواصها واتبعوا فى ذلك طريقتان، هما :
  * اختبار مقدرة هذه الإشعاعات على اختراق المواد.
  * مقارنة مدى انحراف هذه الإشعاعات بتأثير كل من المجال المغناطيسى والمجال الكهربى.



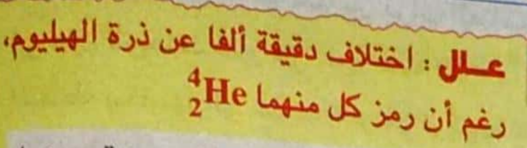
الإشعاعات الصادرة من مركب اليورانيوم تخترق الورق ولكنها لا تخترق الأجسام المعدنية

* وقد دلت التجارب على أن هناك ثلاثة أنواع مختلفة من الإشعاعات تنبعث من المواد ذات النشاط الإشعاعى الطبيعى، وهى :

١ أشعة ألفا　٢ أشعة بيتا　٣ أشعة جاما

١ أشعة (دقائق) ألفا α

* دقيقة ألفا α عبارة عن نواة ذرة هيليوم، حيث تتكون من 2 بروتون ، 2 نيوترون، ويرمز لها بالرمز $^{4}_{2}He$



علل : اختلاف دقيقة ألفا عن ذرة الهيليوم، رغم أن رمز كل منهما $^{4}_{2}He$

لأن دقيقة ألفا موجبة الشحنة، بينما ذرة الهيليوم متعادلة الشحنة.

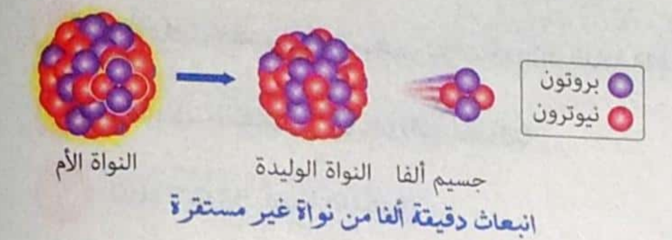
* انبعاث دقيقة ألفا α من نواة ذرة عنصر مشع يؤدى إلى حدوث تحول عنصرى ... **علل ؟**

لتكون عنصر جديد :

عدده الذرى أقل بمقدار 2 ،

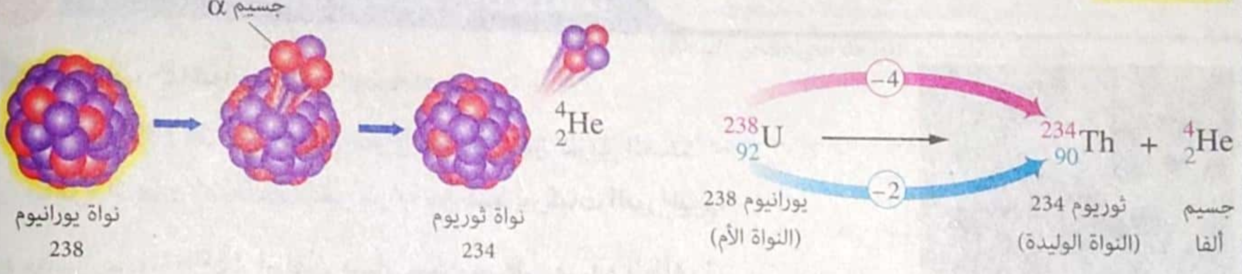
وعدده الكتلى أقل بمقدار 4

بالنسبة للنواة الأم.



انبعاث دقيقة ألفا من نواة غير مستقرة

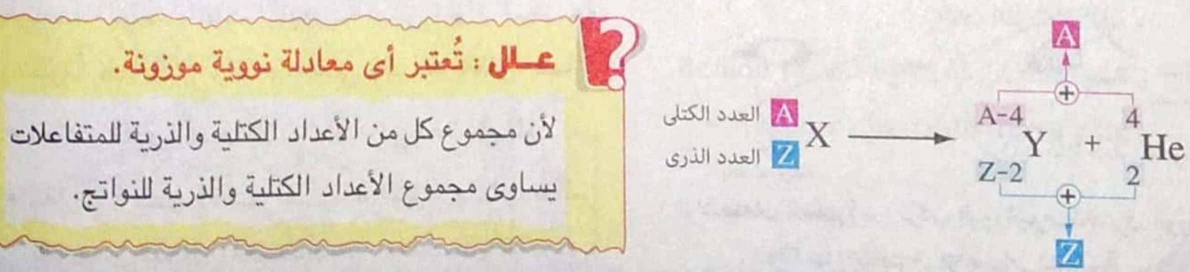
تطبيق انبعاث دقيقة ألفا من نواة ذرة اليورانيوم 238 المشع.



انبعاث دقيقة ألفا من نواة ذرة يورانيوم غير مستقرة

* **ويلاحظ أن :**

- العدد الكتلى A للنواة الأم = مجموع الأعداد الكتلية لكل من النواة الناتجة (الوليدة) ودقيقة ألفا.
- العدد الذرى Z للنواة الأم = مجموع الأعداد الذرية لكل من النواة الناتجة (الوليدة) ودقيقة ألفا.



علل : تُعتبر أى معادلة نووية موزونة.

لأن مجموع كل من الأعداد الكتلية والذرية للمتفاعلات يساوى مجموع الأعداد الكتلية والذرية للنواتج.

مثال

اكتب المعادلة النووية الدالة على فقد دقيقة ألفا من نظير الراديوم $^{220}_{88}Ra$ لتكوين نظير الرادون Rn

الحل :

$$^{220}_{88}Ra \longrightarrow \ ^{216}_{86}Rn + \ ^{4}_{2}He$$

راديوم 220 — رادون 216 — جسيم ألفا

٢ أشعة (دقائق) بيتا β^-

* يُطلق على دقيقة بيتا β^- اسم إلكترون النواة ... **علل؟**
لأنها تحمل صفات الإلكترون من حيث الكتلة والشحنة والسرعة.

للإيضاح فقط :
- كتلة الإلكترون : 5.49×10^{-4} u
- شحنة الإلكترون : 1.6×10^{-19} C

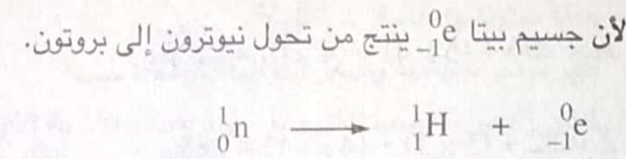
* يمكن إهمال كتلة دقيقة بيتا ... **علل؟**
لضآلتها بالنسبة لوحدة الكتل الذرية.

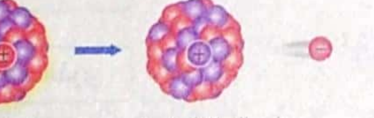
* يرمز لدقيقة بيتا بالرمز $^{0}_{-1}e$ ... **علل؟**
لأن الرمز $_{-1}e$ يعنى أن شحنتها تعادل وحدة الشحنات السالبة (الإلكترون)، و 0 يعنى أن كتلتها مهملة مقارنةً بكتلة البروتون والنيوترون.

$^{0}_{-1}e$ — 0 يمثل الكتلة المهملة — -1 يمثل شحنة الإلكترون

* انبعاث دقيقة (جسيم) بيتا β^- من نواة ذرة عنصر مشع يؤدى إلى تكوُّن عنصر جديد عدده الذرى أكبر بمقدار 1، بينما عدده الكتلى (عدد النيوكلونات) لا يتغير (يظل كما هو) بالنسبة للنواة الأم ... **علل؟**
لأن جسيم بيتا $^{0}_{-1}e$ ينتج من تحول نيوترون إلى بروتون.

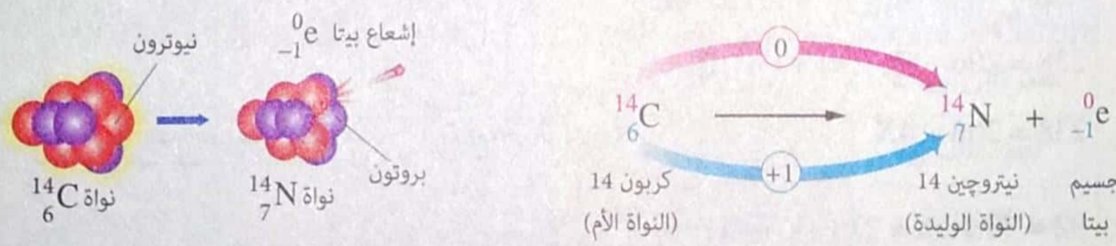
علل : حدوث تحول عنصرى عند خروج جسيم بيتا من نواة ذرة عنصر مشع.





انبعاث دقيقة بيتا من نواة غير مستقرة

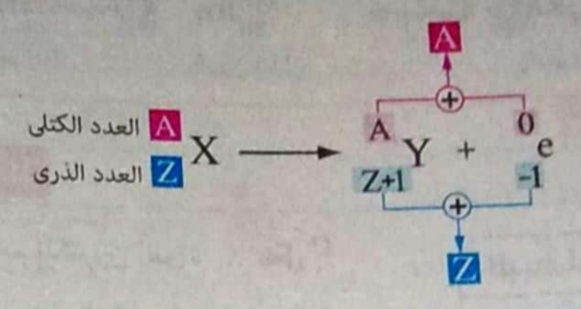
تطبيق انبعاث دقيقة بيتا من نواة ذرة الكربون 14 المشع.



انبعاث دقيقة بيتا من نواة ذرة كربون غير مستقرة

* **ويلاحظ أن :**

- العدد الكتلى A للنواة الأم = مجموع الأعداد الكتلية لكل من النواة الناتجة (الوليدة) وجسيم بيتا.
- العدد الذرى Z للنواة الأم = مجموع الأعداد الذرية لكل من النواة الناتجة (الوليدة) وجسيم بيتا.



أمثلة

(١) اكتب المعادلة النووية الدالة على فقد دقيقة بيتا من نظير الصوديوم $^{24}_{11}Na$ لتكوين نظير الماغنسيوم Mg

الحل :

$$^{24}_{11}Na \longrightarrow {}^{24}_{12}Mg + {}^{0}_{-1}e$$

صوديوم 24 — ماغنسيوم 24 — جسيم بيتا

(٢) اكتب العدد الكتلى و العدد الذرى لعنصر مشـــع يتحول إلى عنصر مستقر عدده الذرى 82 وعدده الكتلى 206 بعدما يفقد 5 جسيمات ألفا و 4 جسيمات بيتا.

الحل :

$$^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{206}_{82}Y + 5\,{}^{4}_{2}He + 4\,{}^{0}_{-1}e$$

العدد الكتلى: $A = 206 + (5 \times 4) + (4 \times 0) = 226$

العدد الذرى: $Z = 82 + (5 \times 2) + (4 \times -1) = 88$

(٣) استنتج أعداد جسيمات ألفا و جسيمات بيتا المنبعثة أثناء تحول اليورانيوم $^{238}_{92}U$ إلى الرصاص $^{206}_{82}Pb$

الحل :

$$^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{206}_{82}Pb + X\,{}^{4}_{2}He + Y\,{}^{0}_{-1}e$$

$238 = 206 + (X \times 4) + (Y \times 0)$

$238 = 206 + 4X$ $\qquad \therefore X = 8$ — عدد جسيمات ألفا

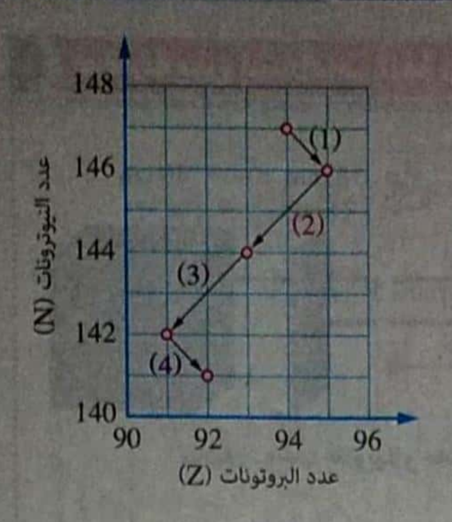
$92 = 82 + (X \times 2) + (Y \times -1)$

$92 = 82 + (8 \times 2) - Y$ $\qquad \therefore Y = 6$ — عدد جسيمات بيتا

(٤) من الشكل المقابل استبدل الأرقام من (1) : (4)

بأربعة تفاعلات نووية تدل على نشاط إشعاعى طبيعى، **بمعلومية** رموز العناصر المشعة وأعدادها الذرية الموضحة بالجدول التالى :

العنصر	Pu	Am	Np	U	Pa
Z	94	95	93	92	91



الحل :

(1) $^{241}_{94}Pu \longrightarrow ^{241}_{95}Am + ^{0}_{-1}e$

(2) $^{241}_{95}Am \longrightarrow ^{237}_{93}Np + ^{4}_{2}He$

(3) $^{237}_{93}Np \longrightarrow ^{233}_{91}Pa + ^{4}_{2}He$

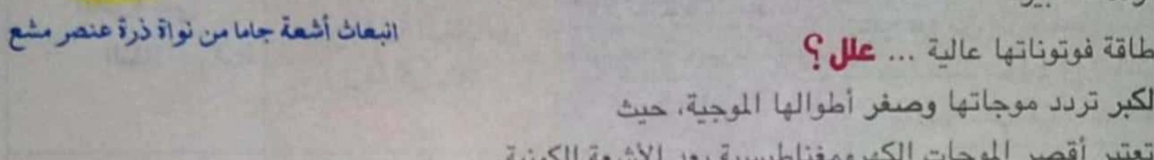
(4) $^{233}_{91}Pa \longrightarrow ^{233}_{92}U + ^{0}_{-1}e$

٣ أشعة جاما γ

* **خصائص أشعة جاما γ :**

- عبارة عن موجات كهرومغناطيسية (فوتونات) عديمة الكتلة والشحنة.
- طولها الموجى قصير جدًا.
- سرعتها تساوى سرعة الضوء.
- ترددها كبير.
- طاقة فوتوناتها عالية ... **علل ؟**

لكبر تردد موجاتها وصغر أطوالها الموجية، حيث تعتبر أقصر الموجات الكهرومغناطيسية بعد الأشعة الكونية.



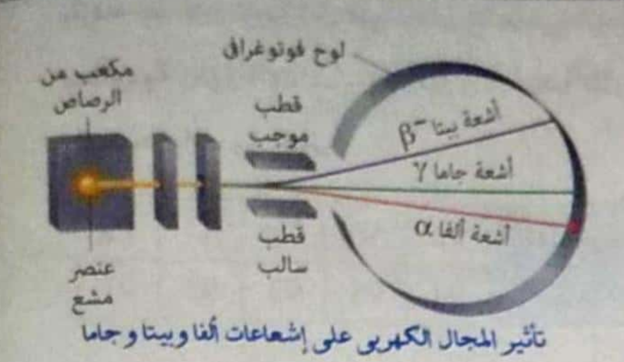
انبعاث أشعة جاما من نواة ذرة عنصر مشع

* انبعاث أشعة جاما من نواة ذرة عنصر مشع لا يؤدى إلى حدوث تغير فى العدد الكتلى أو العدد الذرى ... **علل ؟**
لأنها عبارة عن موجات كهرومغناطيسية (فوتونات) عديمة الكتلة والشحنة.

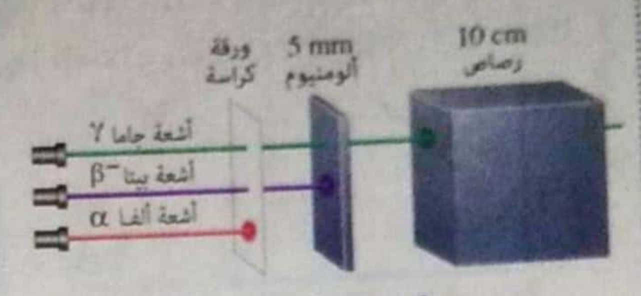
* **يمكن تلخيص تأثير انبعاث كل من ألفا ، بيتا ، جاما من أنوية الذرات فى الجدول التالى :**

التأثير على / انبعاث	ألفا α ($^{4}_{2}He$)	بيتا β^- ($^{0}_{-1}e$)	جاما γ
عدد البروتونات	يقل بمقدار 2	يزداد بمقدار 1	لا يحدث تغيير
العدد الذرى	يقل بمقدار 2	يزداد بمقدار 1	لا يحدث تغيير
عدد النيوترونات	يقل بمقدار 2	يقل بمقدار 1	لا يحدث تغيير
العدد الكتلى	يقل بمقدار 4	لا يحدث تغيير (يظل كما هو)	لا يحدث تغيير

مقارنة بين إشعاعات ألفا و بيتا و جاما



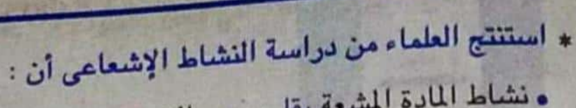
تأثير المجال الكهربى على إشعاعات ألفا وبيتا وجاما



نفاذية إشعاعات ألفا وبيتا وجاما

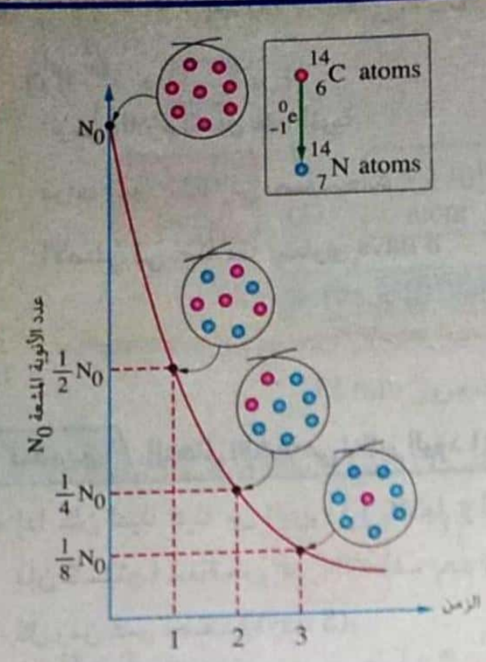
أوجه المقارنة	أشعة ألفا	أشعة بيتا	أشعة جاما
الرمز	α	β^-	γ
الطبيعة	نواة ذرة هيليوم $^{4}_{2}He$	إلكترون نواة $^{0}_{-1}e$	موجات كهرومغناطيسية (فوتونات)
الكتلة	أربعة أمثال كتلة البروتون تقريبًا	$\frac{1}{1800}$ من كتلة البروتون	عديمة الكتلة
الشحنة	موجبة الشحنة	سالبة الشحنة	عديمة الشحنة
القدرة على النفاذ	ضعيفة «لا يمكنها النفاذ من ورقة كراسة»	متوسطة «لا يمكنها النفاذ من شريحة ألومنيوم سُمكها 5 mm»	عالية جدًا «تستطيع النفاذ خلال شريحة من الرصاص سُمكها عدة سنتيمترات وإن كانت شدتها تقل أثناء النفاذ»
القدرة على تأيين ذرات الوسط الذى تمر به	عالية جدًا	عالية	منخفضة
التأثر بالمجال الكهربى	تنحرف قليلًا ناحية القطب السالب	تنحرف انحرافًا كبيرًا ناحية القطب الموجب	لا تتأثر بالمجال الكهربى
التأثر بالمجال المغناطيسى	تتأثر بانحراف صغير	تتأثر بانحراف كبير	لا تتأثر بالمجال المغناطيسى

قارن بين أشعة ألفا و أشعة بيتا و أشعة جاما.



عمر النصف

* استنتج العلماء من دراسة النشاط الإشعاعى أن :
- نشاط المادة المشعة يقل بمرور الزمن.
- عدد أنوية ذرات كل عنصر تتحل إلى النصف بعد مرور فترة زمنيـة محددة أطلقوا عليها مصطلح عمر النصف $t_{\frac{1}{2}}$



العلاقة بين عدد الأنوية المشعة و زمن تحللها

عمر النصف

الزمن اللازم لتحلل عدد أنوية ذرات العنصر المشع إلى النصف.

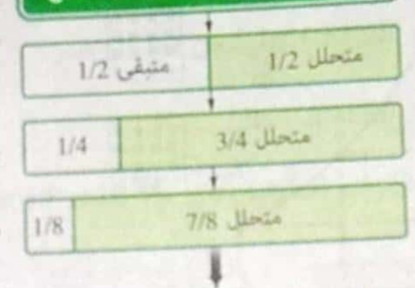
ويتكرر عمر النصف على فترات زمنية متساوية ومتتالية، ويتفاوت زمن عمر النصف من عنصر مشع إلى آخر، فقد يكون ثوانى وقد يصل إلى ملايين السنين.

الزمن (zero)

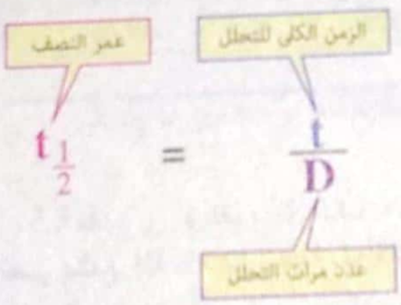
بعد مرور زمن عمر نصف (1)

بعد مرور زمن عمر نصف (2)

بعد مرور زمن عمر نصف (3)

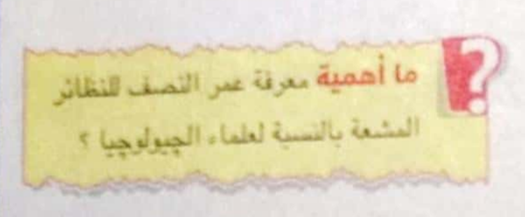


ويحسب عمر النصف $t_{\frac{1}{2}}$ من العلاقة :



$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{t}{D}$$

* ويمكن تحديد عمر الصخور و المومياوات بدلالة عمر النصف لنظير الكربون 14





صخرة حديثة التكون



الصخرة بعد مرور فترة زمنية قصيرة



الصخرة بعد مرور فترة زمنية كبيرة

ما معنى أن عمر النصف لنظير اليود 131 يساوى 8 days ؟

أى أن

الزمن اللازم لتحلل عدد أنوية ذرات اليود 131 إلى نصف عدده الأصلى فى عينة منه يساوى 8 days



يقل عدد أنوية اليود المشع 131 إلى النصف بعد 8 days

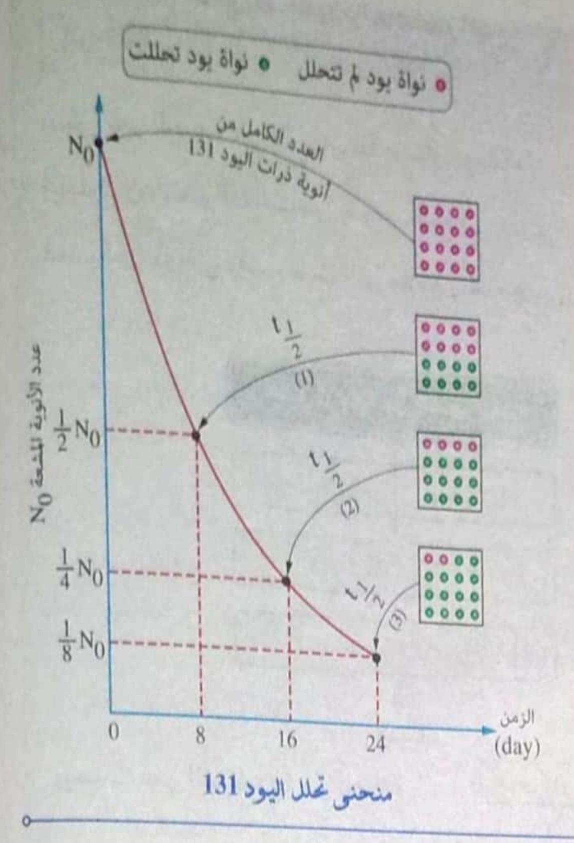
تطبيق / التحلل الإشعاعى لنظير اليود 131

* إذا كان لدينا عينة من اليود 131 كتلتها 100 g، فإن كتلتها تتناقص إلى النصف بعد مرور كل زمن عمر نصف (8 days).

كما يتضح من الجدول والشكل التاليين :

الزمن (day)	الكتلة المتبقية (g)
0	100
0 + 8 = 8	100 ÷ 2 = 50
8 + 8 = 16	50 ÷ 2 = 25
16 + 8 = 24	25 ÷ 2 = 12.5

وهكذا



منحنى تحلل اليود 131

أمثلة

(١) احسب عمر النصف لعنصر مشع، إذا علمت أن عينة منه كتلتها 12 g يتبقى منها 1.5 g بعد مرور 45 days

الحل :

$$12\text{ g} \xrightarrow[(1)]{t_{\frac{1}{2}}} 6\text{ g} \xrightarrow[(2)]{t_{\frac{1}{2}}} 3\text{ g} \xrightarrow[(3)]{t_{\frac{1}{2}}} 1.5\text{ g}$$

$\because D_{(\text{عدد مرات التحلل})} = 3$

$\therefore t_{\frac{1}{2}} = \frac{t}{D} = \frac{45}{3} = 15\text{ days}$

(٢) عينة من الخشب تحتوى على 9×10^{16} نواة ذرة كربون 14 عمر النصف له 5600 years
ما عدد أنوية الكربون 14 التى تظل موجودة فى عينة الخشب بعد مرور 16800 years ؟

الحل :

$$D = \frac{t}{t_{\frac{1}{2}}} = \frac{16800}{5600} = 3$$

$$9 \times 10^{16} \text{ atom} \xrightarrow[(1)]{t_{\frac{1}{2}}} 4.5 \times 10^{16} \text{ atom} \xrightarrow[(2)]{t_{\frac{1}{2}}} 2.25 \times 10^{16} \text{ atom} \xrightarrow[(3)]{t_{\frac{1}{2}}} 1.125 \times 10^{16} \text{ atom}$$

∴ عدد الأنوية التى تظل موجودة فى عينة الخشب = 1.125×10^{16} atom

(٣) **احسب عمر النصف** لعنصر مشع تتحلل 75% من أنويته بعد مرور 12 min

الحل : ∵ 75% من الأنوية قد تحللت. ∴ النسبة المتبقية = 100% − 75% = 25%

$$100\% \xrightarrow[(1)]{t_{\frac{1}{2}}} 50\% \xrightarrow[(2)]{t_{\frac{1}{2}}} 25\%$$

∵ $D = 2$ ∴ $t_{\frac{1}{2}} = \frac{t}{D} = \frac{12}{2} = 6$ min

(٤) **عينة من عنصر مشع عدد ذراتها 4.8×10^{12} atom تحللت $\frac{7}{8}$ من كتلة ذراتها بعد مرور 9 months.**
احسب : (أ) عدد الذرات المتبقية من هذا العنصر. (ب) عمر النصف لهذا العنصر المشع.

الحل : (أ) ∵ $\frac{7}{8}$ من الكتلة قد تحلل. ∴ الكتلة المتبقية = $1 - \frac{7}{8} = \frac{1}{8}$ الكتلة الأصلية

∴ عدد الذرات المتبقية = $4.8 \times 10^{12} \times \frac{1}{8} = 0.6 \times 10^{12}$ atom

(ب)

$$4.8 \times 10^{12} \text{ atom} \xrightarrow[(1)]{t_{\frac{1}{2}}} 2.4 \times 10^{12} \text{ atom} \xrightarrow[(2)]{t_{\frac{1}{2}}} 1.2 \times 10^{12} \text{ atom} \xrightarrow[(3)]{t_{\frac{1}{2}}} 0.6 \times 10^{12} \text{ atom}$$

∵ $D = 3$ ∴ $t_{\frac{1}{2}} = \frac{t}{D} = \frac{9}{3} = 3$ months

(٥) **احسب الكتلة الأصلية** لعنصر مشع تبقى منه 0.0625 g بعد مرور 2.5 day،
علمًا بأن عمر النصف له 0.5 day

الحل :

$$D = \frac{t}{t_{\frac{1}{2}}} = \frac{2.5}{0.5} = 5$$

$$0.0625 \text{ g} \xrightarrow[(5)]{t_{\frac{1}{2}}} 0.125 \text{ g} \xrightarrow[(4)]{t_{\frac{1}{2}}} 0.25 \text{ g} \xrightarrow[(3)]{t_{\frac{1}{2}}} 0.5 \text{ g} \xrightarrow[(2)]{t_{\frac{1}{2}}} 1 \text{ g} \xrightarrow[(1)]{t_{\frac{1}{2}}} 2 \text{ g}$$

∴ الكتلة الأصلية = 2 g

(٦) **ما الزمن اللازم** لتحلل 53% من أنوية عنصر مشع، فترة عمر النصف له 32 min ؟

الحل :

32 min —تلزم لتحلل→ 50%

? min ——→ 53%

∴ الزمن اللازم لتحلل 53% = $\frac{32 \times 53}{50}$ = **34 min**

---

(٧) **كم ذرة تتبقى من** 1 mol من عنصر الثوريوم 234 المشع بعد مرور 72.3 days ؟
علمًا بأن عمر النصف له 24.1 days

الحل :

$D = \frac{t}{t_{\frac{1}{2}}} = \frac{72.3}{24.1} = 3$

∵ عدد ذرات 1 mol من عنصر الثوريوم 234 = 6.02×10^{23} atom

6.02×10^{23} atom $\xrightarrow[(1)]{t_{\frac{1}{2}}}$ 3.01×10^{23} atom $\xrightarrow[(2)]{t_{\frac{1}{2}}}$ 1.505×10^{23} atom $\xrightarrow[(3)]{t_{\frac{1}{2}}}$ 0.7525×10^{23} atom

∴ عدد الذرات المتبقية = **0.7525×10^{23} atom**

---

(٨) **الجدول المقابل يوضح عملية تحلل 80 g من عنصر مشع خلال فترة زمنية مقدارها 8 days :**

كتلة العنصر (g)	80	40	20	10	5
الزمن (day)	0	2	4	6	8

(أ) ما عمر النصف لهذا العنصر المشع ؟

(ب) ما الكتلة المتبقية من هذا العنصر بعد مرور 4 days ؟

(جـ) ما كتلة الأنوية المتحللة بعد مرور 6 days ؟

(د) احسب الزمن اللازم لوصول كتلة هذا العنصر إلى 2.5 g

الحل :

(أ) ∵ كتلة العنصر (80 g) أصبحت (40 g) خلال 2 days

∴ عمر النصف = **2 days**

(ب) **20 g** من الجدول مباشرةً.

(جـ) ∵ كتلة العنصر المشع بعد مرور 6 days = 10 g

∴ كتلة الأنوية المتحللة = 80 – 10 = **70 g**

(د) 80 g $\xrightarrow[(1)]{t_{\frac{1}{2}}}$ 40 g $\xrightarrow[(2)]{t_{\frac{1}{2}}}$ 20 g $\xrightarrow[(3)]{t_{\frac{1}{2}}}$ 10 g $\xrightarrow[(4)]{t_{\frac{1}{2}}}$ 5 g $\xrightarrow[(5)]{t_{\frac{1}{2}}}$ 2.5 g

∵ D = 5

$\therefore t = \frac{t}{t_{\frac{1}{2}}} \times D = 2 \times 5 =$ **10 days**

ثانيًا تفاعلات التحول النووى (العنصرى)

تفاعلات التحول النووى (العنصرى)

تفاعلات نووية يتم فيها قذف نواة عنصر ما (يُعرف بالهدف) بجسيم ذو طاقة حركة مناسبة (يُعرف بالقذيفة)، فتتحول إلى نواة عنصر جديد.

* الجدول التالى يوضح بعض الأمثلة على القذائف :

القذيفة	ألفا	البروتون	الديوتيرون	النيوترون
الرمز	${}^{4}_{2}He$	${}^{1}_{1}H$	${}^{2}_{1}H$	${}^{1}_{0}n$

* وللوصول بطاقة حركة القذيفة إلى المستوى المطلوب، يتم تسريعها باستخدام أجهزة المعجلات النووية، مثل :
- جهاز ڤان دى جراف.
- جهاز السيكلوترون.

للإيضاح فقط



تسريع القذيفة بواسطة السيكلوترون

اذكر أهمية جهاز ڤان دى جراف و جهاز السيكلوترون.

تطبيقات

١ استخدام جسيم ألفا ${}^{4}_{2}He$ كقذيفة

* ينسب أول تفاعل تحول صناعى للعناصر إلى العالم رذرفورد عام 1919، حيث استخدم :
- جسيمات ألفا كقذيفة.
- غاز النيتروجين كهدف، كالتالى :

علامة * الموجودة أعلى يمين رمز العنصر تشير إلى أن نواة هذا العنصر غير مستقرة تتحلل خلال لحظات

جسيم ألفا ${}^{4}_{2}He$ — ${}^{14}_{7}N$ — النواة المركبة ${}^{18}_{9}F^{*}$ — بروتون ${}^{1}_{1}H$ — ${}^{17}_{8}O$

الخطوة ① الخطوة ②

تفاعل رذرفورد

* الخطوة ① :

عند اصطدام جسيم ألفا بنواة النيتروجين 14 تتكون نواة نظير الفلور 18 غير المستقرة عالية الطاقة، لذا تُعرف بالنواة المركبة.

$$ {}^{14}_{7}N + {}^{4}_{2}He \longrightarrow {}^{18}_{9}F^{*} $$

نيتروجين 14 (الهدف) — جسيم ألفا (القذيفة) — فلور 18 (النواة المركبة)

* الخطوة ② :

تتخلص نواة الفلور 18 من طاقتها الزائدة عن طريق انبعاث بروتون سريع «خلال زمن قدره 10^{-9} s» فتتحول إلى نواة نظير الأكسجين 17 المستقر.

$$ {}^{18}_{9}F^{*} \longrightarrow {}^{17}_{8}O + {}^{1}_{1}H $$

بالجمع

$$ {}^{14}_{7}N + {}^{4}_{2}He \longrightarrow {}^{17}_{8}O + {}^{1}_{1}H $$

نيتروجين 14 — جسيم ألفا — أكسجين 17 — بروتون

معادلة تحول نظير النيتروجين 14 إلى نظير الأكسجين 17

? **وضح بالمعادلات النووية** تفاعل قذف نواة نيتروجين بجسيم ألفا.

٢ استخدام البروتون ${}^{1}_{1}H$ كقذيفة

* تفاعل قذف نواة الألومنيوم 27 بقذيفة بروتون :

• الخطوة ① :

$$ {}^{27}_{13}Al + {}^{1}_{1}H \longrightarrow {}^{28}_{14}Si^{*} $$

ألومنيوم 27 — بروتون — سيليكون 28

• الخطوة ② :

$$ {}^{28}_{14}Si^{*} \longrightarrow {}^{24}_{12}Mg + {}^{4}_{2}He $$

بالجمع

$$ {}^{27}_{13}Al + {}^{1}_{1}H \longrightarrow {}^{24}_{12}Mg + {}^{4}_{2}He $$

ألومنيوم 27 — بروتون — ماغنسيوم 24 — جسيم ألفا

معادلة تحول نظير الألومنيوم 27 إلى نظير الماغنسيوم 24

٣ استخدام الديوتيرون ${}^{2}_{1}H$ كقذيفة

* تفاعل قذف نواة الماغنسيوم ${}^{26}_{12}Mg$ بقذيفة ديوتيرون :

• الخطوة ① :

$$ {}^{26}_{12}Mg + {}^{2}_{1}H \longrightarrow {}^{28}_{13}Al^{*} $$

ماغنسيوم 26 — ديوتيرون — ألومنيوم 28

• الخطوة ② :

$$ {}^{28}_{13}Al^{*} \longrightarrow {}^{24}_{11}Na + {}^{4}_{2}He $$

بالجمع

$$ {}^{26}_{12}Mg + {}^{2}_{1}H \longrightarrow {}^{24}_{11}Na + {}^{4}_{2}He $$

ماغنسيوم 26 — ديوتيرون — صوديوم 24 — جسيم ألفا

معادلة تحول نظير الماغنسيوم 26 إلى نظير الصوديوم 24

٤ استخدام النيوترون $^{1}_{0}n$ كقذيفة

* تفاعل قذف نواة الليثيوم 6 بقذيفة نيوترون :

$$^{6}_{3}Li + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{3}_{1}H + ^{4}_{2}He$$

ليثيوم 6 — نيوترون — تريتيوم — جسيم ألفا

معادلة تحول نظير الليثيوم 6 إلى نظير التريتيوم

علل : يُعتبر النيوترون من أفضل القذائف.

لأنه لا يحتاج إلى سرعة عالية لاختراق النواة حيث أنه جسيم متعادل الشحنة، لا يلاقى تنافرًا مع الإلكترونات المحيطة بالنواة.

موازنة المعادلات النووية

* يراعى عند موازنة المعادلات النووية تحقيق القانونين الآتيين :
  - قانون حفظ الشحنة.
  - قانون حفظ المادة (الكتلة).

* يقتضى قانون حفظ الشحنة أن يكون :

مجموع الأعداد الذرية للمتفاعلات = مجموع الأعداد الذرية للنواتج

«الطرف الأيسر من المعادلة النووية» — «الطرف الأيمن من المعادلة النووية»

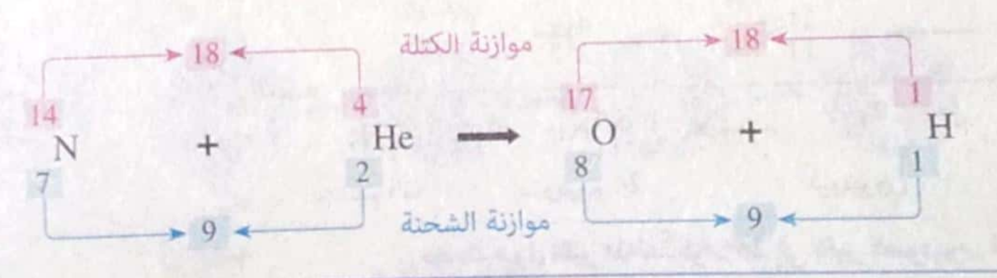
* يقتضى قانون حفظ المادة (الكتلة) أن يكون :

مجموع الأعداد الكتلية للمتفاعلات = مجموع الأعداد الكتلية للنواتج

«الطرف الأيسر من المعادلة النووية» — «الطرف الأيمن من المعادلة النووية»

تطبيق

موازنة الشحنة والكتلة فى تفاعل قذف نواة النيتروجين 14 بجسيم ألفا $^{4}_{2}He$



مثال

فى ضوء معرفتك بتحقيق المعادلة النووية لقانون حفظ الشحنة وقانون حفظ المادة،

استنتج العدد الكتلى و العدد الذرى للعنصر الوليد X المجهول فى المعادلتين التاليتين :

$$(1)\ {}^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{160}_{62}Sm + {}^{A}_{Z}X + 4\,{}^{1}_{0}n$$

$$(2)\ {}^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{102}_{42}Mo + {}^{A}_{Z}X + 2\,{}^{1}_{0}n$$

الحل :

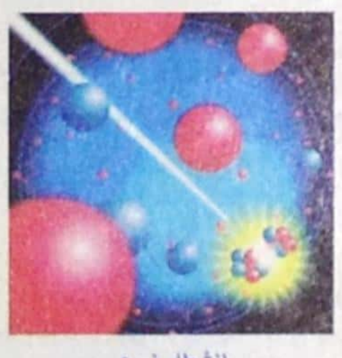
تحقيق قانونى حفظ الشحنة والمادة	المعادلة (1)	المعادلة (2)
مجموع الأعداد الكتلية للمتفاعلات	$235 + 1 = 236$	
مجموع الأعداد الكتلية للنواتج	$160 + A + (4 \times 1) = 164 + A$	$102 + A + (2 \times 1) = 104 + A$
العدد الكتلى A للعنصر الوليد	$236 = 164 + A$ $\therefore A = 72$	$236 = 104 + A$ $\therefore A = 132$
مجموع الأعداد الذرية للمتفاعلات	$92 + 0 = 92$	
مجموع الأعداد الذرية للنواتج	$62 + Z + (4 \times 0) = 62 + Z$	$42 + Z + (2 \times 0) = 42 + Z$
العدد الذرى Z للعنصر الوليد	$92 = 62 + Z$ $\therefore Z = 30$	$92 = 42 + Z$ $\therefore Z = 50$



ثالثًا تفاعلات الانشطار النووى

الانشطار النووى

تفاعل يتم فيه قذف نواة ثقيلة بقذيفة نووية خفيفة، ذات طاقة حركة منخفضة، فتنشطر إلى نواتين متقاربتين فى الكتلة، وعدد من النيوترونات وطاقة هائلة.



انشطار نووى

تطبيق تفاعل انشطار نواة اليورانيوم 235

* عند توجيه قذيفة نيوترون بطىء إلى نواة اليورانيوم 235، فإنها تتحول إلى نظير اليورانيوم 236 غير المستقر والذى لا تزيد مدة بقاءه عن $10^{-12}s$، حيث يتحول إلى نواتين X ، Y يطلق عليهما اسم شظايا الانشطار النووى أو الأنوية الوليدة بالإضافة إلى عدد من النيوترونات، بما يحقق قانون بقاء الكتلة.

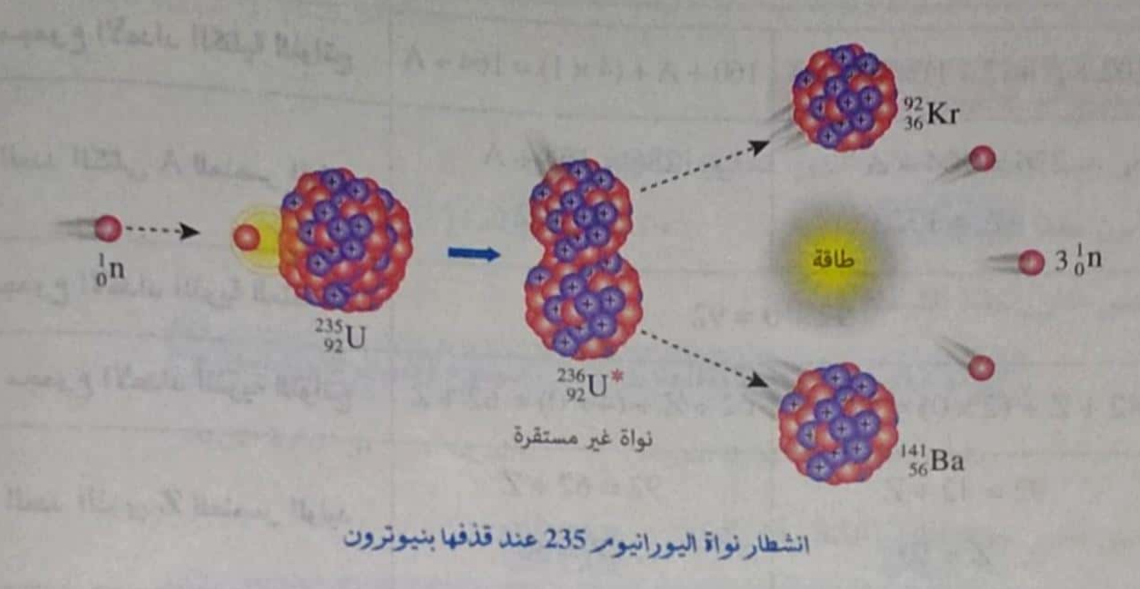
$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{236}_{92}U^{*} \longrightarrow X + Y + 2 \text{ or } 3\,^{1}_{0}n$$

يورانيوم 235 ، نيوترون ، يورانيوم 236 ، الأنوية الوليدة

* وهناك حوالى 90 نواة وليدة يمكن أن تنتج عن هذا الانشطار النووى، أشهرها الباريوم Ba و الكريبتون Kr :

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{236}_{92}U^{*} \longrightarrow ^{141}_{56}Ba + ^{92}_{36}Kr + 3\,^{1}_{0}n$$

يورانيوم 235 ، نيوترون ، يورانيوم 236 ، باريوم 141 ، كريبتون 92



انشطار نواة اليورانيوم 235 عند قذفها بنيوترون

* ومن أمثلة التفاعلات المحتملة لانشطار نواة اليورانيوم 235 :

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{236}_{92}U^{*} \longrightarrow ^{139}_{56}Ba + ^{94}_{36}Kr + 3\,^{1}_{0}n$$

يورانيوم 235 ، نيوترون ، يورانيوم 236 ، باريوم 139 ، كريبتون 94

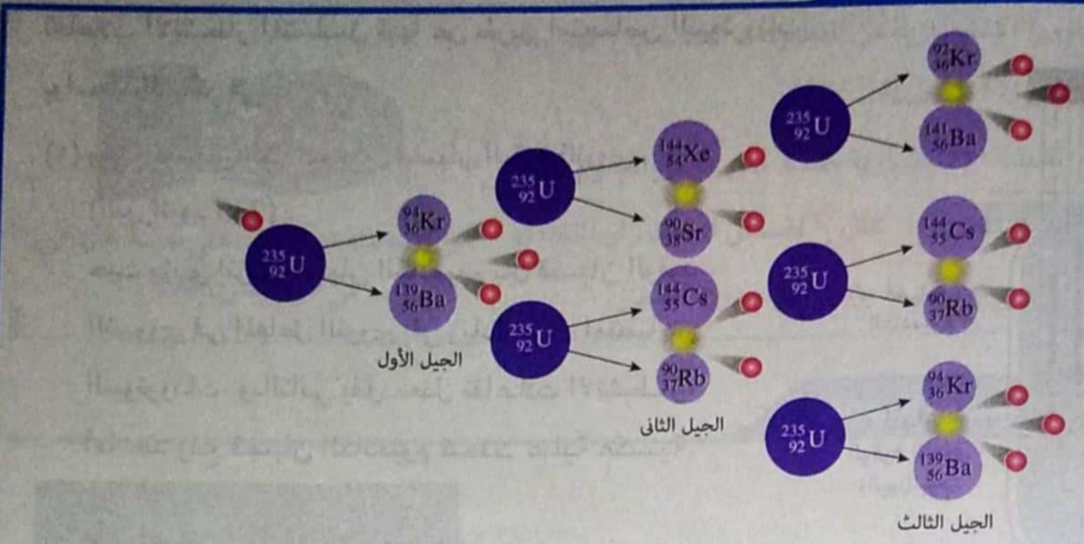
$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{236}_{92}U^{*} \longrightarrow ^{144}_{54}Xe + ^{90}_{38}Sr + 2\,^{1}_{0}n$$

يورانيوم 235 ، نيوترون ، يورانيوم 236 ، زينون 144 ، سترانشيوم 90

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{236}_{92}U^{*} \longrightarrow ^{144}_{55}Cs + ^{90}_{37}Rb + 2\,^{1}_{0}n$$

يورانيوم 235 ، نيوترون ، يورانيوم 236 ، سيزيوم 144 ، روبيديوم 90

التفاعل المتسلسل

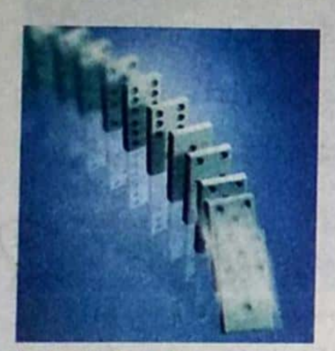


التفاعل الانشطارى المتسلسل لليورانيوم 235

* تقوم النيوترونات الناتجة من التفاعلات النووية الانشطارية بدور القذائف لتفاعلات انشطارية مماثلة، وهكذا يستمر التفاعل الانشطارى بمجرد بدئه ولهذا يوصف بالتفاعل المتسلسل.

التفاعل المتسلسل

تفاعل نووى انشطارى، تستخدم النيوترونات الناتجة منه كقذائف، بشكل يضمن استمراره تلقائيًا بمجرد بدئه.



تصور لمفهوم التفاعل المتسلسل

* يتولد عن التفاعل الانشطارى المتسلسل لليورانيوم 235 طاقة حرارية ضخمة ... **علل ؟**

لاستمرار عملية شطر أنوية اليورانيوم والتى تتزايد باستمرار التفاعل نتيجة للزيادة المستمرة فى أعداد النيوترونات.

علل : يستمر التفاعل المتسلسل تلقائيًا بمجرد بدئه.

فكرة عمل المفاعل النووى الانشطارى

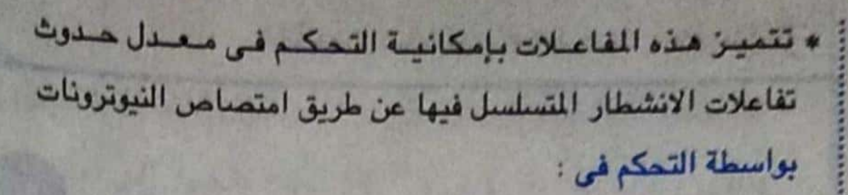
* تعتبر المفاعلات النووية الانشطارية من التطبيقات السلمية الهامة للتفاعلات الانشطارية المتسلسلة، والتفاعل الأساسى فيها هو تفاعل انشطار نواة اليورانيوم 235
* يستخدم فى المفاعل كمية من اليورانيوم تساوى الحجم الحرج ... **علل ؟**

لضمان استمرار التفاعل المتسلسل بنفس معدله الابتدائى البطىء لإنتاج طاقة دون حدوث انفجار.

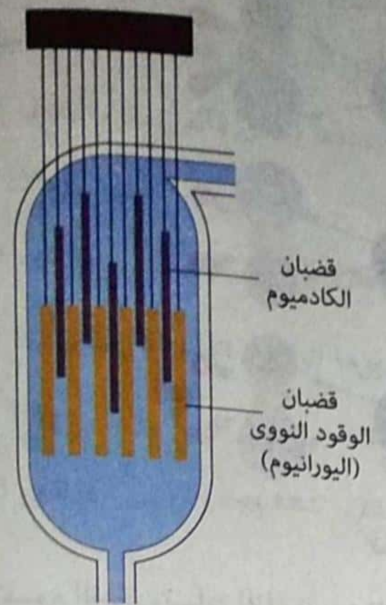
الحجم الحرج

كمية اليورانيوم 235 التى يقوم فيها نيوترون واحد - فى المتوسط - من كل تفاعل ببدء تفاعل جديد.

علل : لا يستخدم فى المفاعلات الانشطارية كمية من اليورانيوم حجمها أكبر بكثير من الحجم الحرج.



* تتميز هذه المفاعلات بإمكانية التحكم فى معدل حدوث تفاعلات الانشطار المتسلسل فيها عن طريق امتصاص النيوترونات بواسطة التحكم فى :



التحكم فى معدل تفاعلات الانشطار النووى عن طريق قضبان الكادميوم

(١) وضع قضبان الكادميوم بين قضبان الوقود النووى (اليورانيوم 235) :

حيث يؤدى إنزال قضبان الكادميوم بين قضبان الوقود النووى فى المفاعل النووى إلى زيادة معدل امتصاص النيوترونات، وبالتالى يقل معدل تفاعلات الانشطار، أما عند رفع قضبان الكادميوم فتحدث عملية عكسية.

(٢) عدد قضبان الكادميوم المستخدمة :

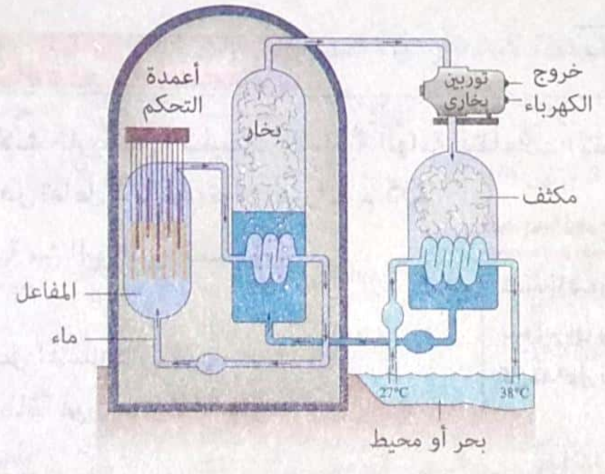
حيث تؤدى زيادة عدد قضبان الكادميوم المستخدمة إلى زيادة معدل امتصاص النيوترونات، وبالتالى يقل معدل تفاعلات الانشطار.

ما النتائج المترتبة على :

(١) رفع قضبان الكادميوم من بين قضبان الوقود النووى فى المفاعل النووى.

(٢) زيادة عدد قضبان الكادميوم المستخدمة فى المفاعل النووى.

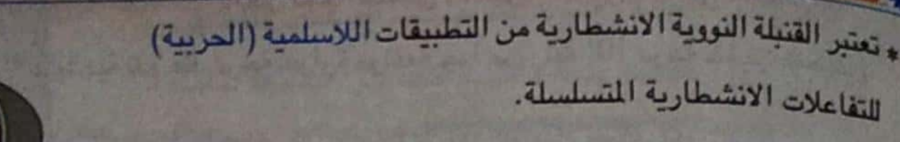
* تستخدم الطاقة الحرارية الناتجة عن بعض التفاعلات النووية بالمفاعل النووى فى تسخين الماء حتى الغليان واستغلال البخار الناتج فى إدارة التوربينات لتوليد الكهرباء.



تستخدم المفاعلات النووية فى إنتاج الطاقة (توليد الكهرباء)

«للإيضاح فقط»

فكرة عمل القنبلة الانشطارية



* تعتبر القنبلة النووية الانشطارية من التطبيقات اللاسلمية (الحربية) للتفاعلات الانشطارية المتسلسلة.

* يستخدم فى القنبلة الانشطارية كمية من اليورانيوم 235 أكبر بكثير من الحجم الحرج ... علل؟ لضمان استمرار التفاعل الانشطارى بمعدل سريع وهو ما يؤدى إلى حدوث انفجار.



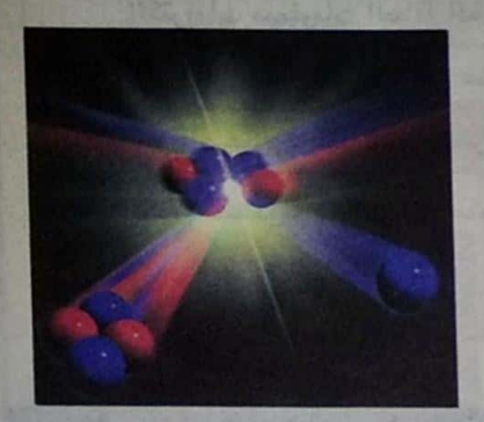
نموذج للقنبلة التى ألقيت على مدينة نجازاكى فى 9 أغسطس 1945

رابعًا تفاعلات الاندماج النووى

الاندماج النووى

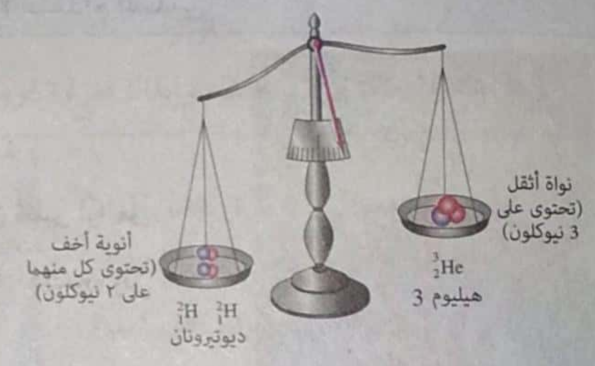
عملية دمج نواتين خفيفتين، لتكوين نواة عنصر آخر أثقل من أى منهما وكتلتها أقل من مجموع كتل الأنوية المندمجة.

* وتعتبر التفاعلات النووية الاندماجية مصدر الطاقة المدمرة للقنبلة الهيدروچينية.

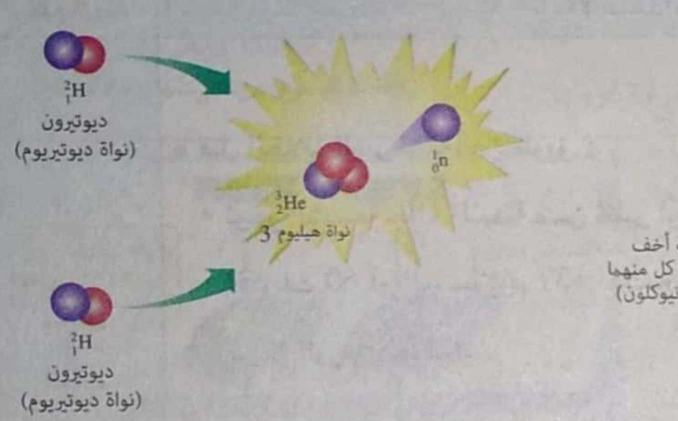


اندماج نووى

تطبيق اندماج ديوتيرونان لتكوين نواة هيليوم 3



كتلة النواة الناتجة أقل من مجموع كتل الأنوية المندمجة



عملية اندماج ديوتيرونان

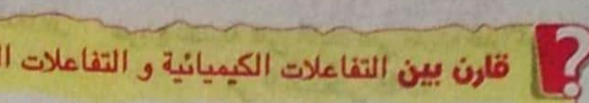
* عند اندماج ديوتيرونان ^2_1H معًا، تكون كتلة النواتج أقل من كتلة المتفاعلات ... علل؟
لتحول الفرق فى الكتلة إلى طاقة مقدارها 3.3 MeV

$$^2_1H + ^2_1H \longrightarrow ^3_2He + ^1_0n + 3.3\ MeV$$

ديوتيرون (نواة ديوتيريوم) + ديوتيرون (نواة ديوتيريوم) ← هيليوم 3 + نيوترون

عـلل : حدوث تفاعلات نووية اندماجية داخل نجم الشمس وصعوبة تحقيق ذلك فى المختبرات.

لأن التفاعلات النووية الاندماجية تتم عند درجة حرارة مرتفعة جدًا من رتبة 10^7 درجة كلفينية (مطلقة).



قارن بين التفاعلات الكيميائية و التفاعلات النووية.

التفاعلات الكيميائية	التفاعلات النووية
تتم بين ذرات العناصر المتفاعلة عن طريق إلكترونات مستويات الطاقة الخارجية	تتم بين أنوية ذرات العناصر المتفاعلة عن طريق نيوكلونات (مكونات) النواة
لا تؤدى إلى تحول العنصر إلى عنصر آخر	تؤدى إلى تحول العنصر إلى نظيره أو إلى عنصر آخر
نظائر العنصر الواحد تعطى نفس النواتج	نظائر العنصر الواحد تعطى نواتج مختلفة
تكون مصحوبة بانطلاق أو امتصاص قدر محدد من الطاقة	تكون مصحوبة بانطلاق كميات هائلة من الطاقة

الاستخدامات السلمية للنظائر المشعة

المجال	الاستخدام السلمى
مجال الطب	* قتل الخلايا السرطانية، عن طريق : • توجيه أشـــعة جاما المنبعثة مـــن نظير أيًا من الكوبلت 60 أو الســـيزيوم 137 المشعين إلى مركز الورم (الهدف). • غـــرس إبر تحتوى على نظيـــر الراديوم 226 المشع فى الورم السرطانى. كوبلت 60 – أشعة جاما – الهدف استخدام أشعة جاما فى قتل الخلايا السرطانية



مجال الصناعة

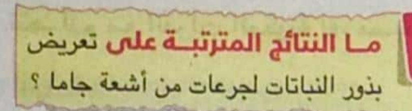
* **التحكم الآلى فى بعض خطوط الإنتاج** كما يحدث عند صب الصلب المنصهر، حيث يتم وضع مصدر لأشعة جاما، مثل نظير الكوبلت 60، أو نظير السيزيوم 137 عند أحد جوانب الإناء الذى يُصب فيه وعلى الجانب الآخر كاشف إشعاعى حساس لأشعة جاما، وعندما تصل كتلة الصلب إلى حد معين، لا يستطيع الكاشف استقبال أشعة جاما، فتتوقف عملية الصب.

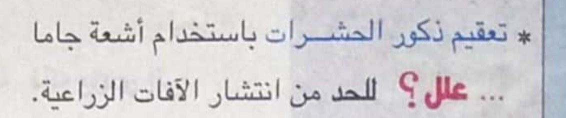


عملية صب الصلب المنصهر

مجال الزراعة

* إحداث طفرات بالأجنة وانتخاب الصالح منها لإنتاج نباتات أكثر إنتاجية ومقاومة للآفات الزراعية، وذلك عن طريق تعريض البذور لجرعات مختلفة من أشعة جاما.





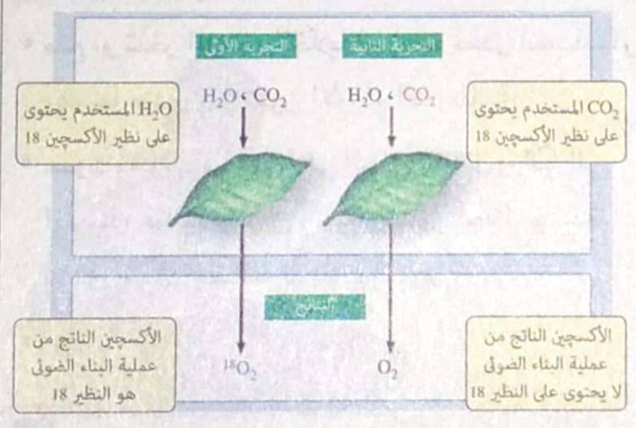
* تعقيم ذكور الحشرات باستخدام أشعة جاما ... **علل ؟** للحد من انتشار الآفات الزراعية.
* تعقيم المنتجات النباتية والحيوانية باستخدام أشعة جاما ... **علل ؟** لحفظها من التلف، وإطالة فترة تخزينها.



عينتان من الفراولة تم تركهما فى الهواء لمدة ٣ أيام
(العينة اليسرى تم تعريضها لأشعة جاما)

مجال البحوث العلمية

* تتبع مسار (دورة) بعض المواد فى النبات بإدخال نظائر مشعة فى المواد الأساسية التى يستخدمها النبات، ثم تتبع الإشعاعات الصادرة منها لمعرفة دورتها فى النبات كإدخال ماء به أكسچين مشع $^{18}_{8}O$ وتتبع أثره.



الأكسچين الناتج من عملية البناء الضوئى مصدره الماء وليس غاز CO_2

«الشكل للإيضاح فقط»

الآثار الضارة للإشعاعات النووية

يوجد نوعان من الإشعاعات، هما :

١ الإشعاعات المؤينة

٢ الإشعاعات غير المؤينة

١ الإشعاعات المؤينة

مدى نفاذية الإشعاعات المؤينة في جسم الإنسان

الإشعاعات المؤينة

الإشعاعات التى تحدث تغيرات فى تركيب الأنسجة التى تتعرض لها.

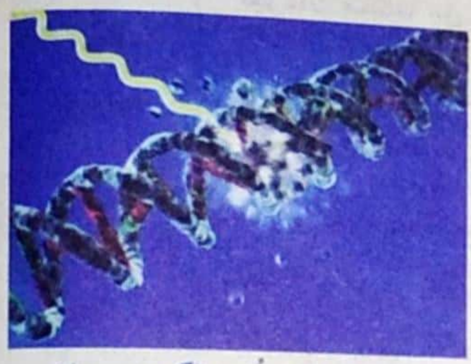
* تسمية الإشعاعات المؤينة بهذا الاسم ... **علل ؟**

لأنه عند سقوطها على أى جسم،

تتصادم مع الذرات المكونة له، مسببة تأينها.

أمثلة :

- أشعة ألفا (α).
- أشعة بيتا (β^-).
- أشعة جاما (γ).
- الأشعة السينية (x – ray).



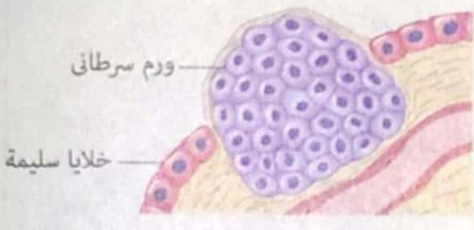
الإشعاع المؤين يُدمر الكروموسومات

أضرارها :

* عند سقوط إشعاع مؤين على الخلية الحية، **فإنه يؤدى إلى** تأين جزيئات الماء – التى تمثل الجزء الأكبر من تركيبها – مما يؤدى إلى تلف الخلية وتكسير الكروموسومات الموجودة بداخلها وإحداث بعض التغيرات الچينية بها.

* استمرار التعرض للإشعاعات المؤينة **يؤدى إلى :**

- منع أو تأخر انقسام الخلايا أو زيادة معدل انقسامها، وهو ما يؤدى إلى تكون الأورام السرطانية.
- حدوث تغيرات مستديمة فى الخلايا، تنتقل وراثيًا إلى الأجيال التالية، وتكون النتيجة ظهور أجيال جديدة، تحمل صفات مخالفة لصفات الأبوين.
- موت الخلايا.



تتسبب الإشعاعات المؤينة فى تكوين الأورام السرطانية



ما النتائج المترتبة على :

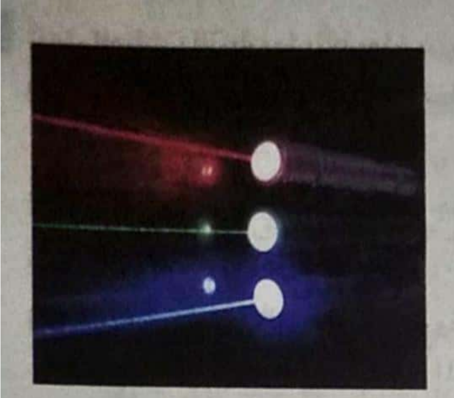
(١) سقوط إشعاع مؤين على الخلية الحية.

(٢) استمرار تعرض الخلايا للإشعاعات المؤينة لفترة زمنية طويلة.

٢ الإشعاعات غير المؤينة

الإشعاعات غير المؤينة

الإشعاعات التى لا تحدث تغيرات فى تركيب الأنسجة التى تتعرض لها.


أشعة ليزر

أمثلة :

- أشعة الراديو «التى تنبعث من الهواتف المحمولة».
- أشعة الميكروويف.
- الأشعة تحت الحمراء.
- الأشعة فوق البنفسجية.
- أشعة الليزر.
- الضوء المرئى.

أضرارها :

* الإشعاعات الصادرة من أبراج تقوية المحمول قد تسبب تغيرات فسيولوچية فى الجهاز العصبى تظهر على هيئة :

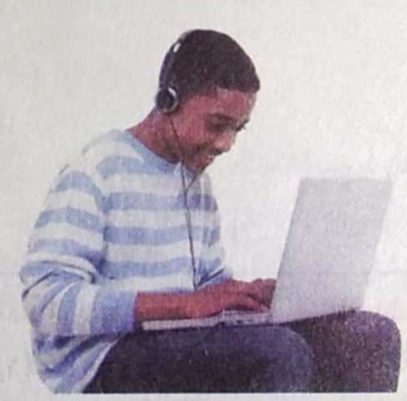
- صداع.
- دوار (دوخة).
- إعياء.

وقد يصل الأمر إلى فقدان الذاكرة، لذلك اتفق العلماء على أن المسافة الآمنة بين المساكن وأبراج التقوية يجب ألا تقل عن 6 m


الإشعاعات الصادرة من أبراج تقوية المحمول

* المجال المغناطيسى والكهربى لأشعة الراديو الصادرة من الهواتف المحمولة يؤثر على خلايا الجسم، بالإضافة إلى أن امتصاص خلايا الجسم لهذه الأشعة يتسبب فى ارتفاع درجة حرارتها.

* وقد أشارت بعض الأبحاث إلى أن وضع الحاسب المحمول (اللاب توب) على الركبتين يؤثر على الخصوبة.


وضع اللاب توب على الركبتين يؤثر على الخصوبة

- **اذكر بعض الأمثلة** للأشعة غير المؤينة.
- **وضح الآثار الضارة للإشعاعات الصادرة من :**
  - الهواتف المحمولة.
  - اللاب توب.

بنظام Open Book

٢٠ درجة

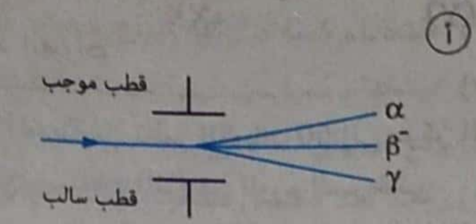
مجاب عنه

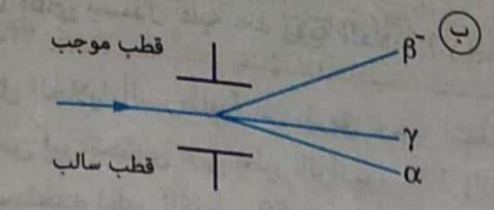
نموذج بوكليت على الباب الخامس

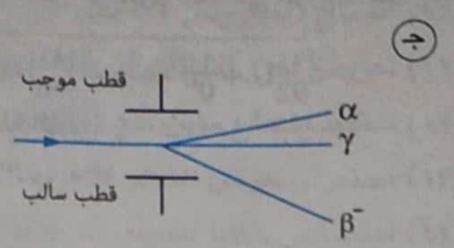
١٠ × ١ = ١٠ درجات

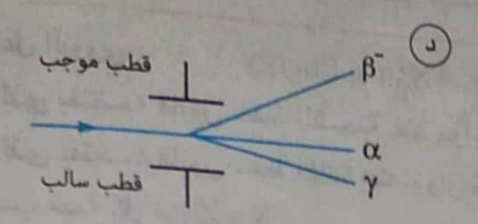
اختر الإجابة الصحيحة للأسئلة من ١ : ١٠

١ تنبعث حزمة من الدقائق من عنصر مشع لتمر خلال قطبى مجال كهربى، أيًا من هذه الاختيارات تعبر عن المسار الصحيح لهذه الدقائق ؟ ....

أ


ب


ج


د


٢ كل الجسيمات الآتية مشحونة، عدا ....

أ جسيم ألفا. ب جسيم بيتا. ج النيوترون. د البروتون.

٣ العناصر الآتية لها نظائر مشعة .. أيًا منها يعتبر مصدرًا للطاقة بسبب نشاطه الإشعاعى ؟ ....

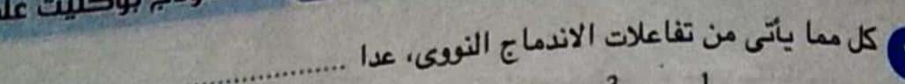
أ الكربون. ب الهيدروچين. ج اليود. د اليورانيوم.

٤ أيًا من الاختيارات الآتية تعبر تعبيرًا صحيحًا عن الكواركات المكونة للبروتون والنيوترون ؟ ....

الاختيار	أ	ب	ج	د
البروتون	dud	duu	udd	ddd
النيوترون	duu	udd	duu	uuu

٥ أيًا من الاختيارات الآتية تعبر تعبيرًا صحيحًا عن أشعة جاما وجسيم بيتا ؟ ....

الاختيار	أشعة جاما	جسيم بيتا
أ	سرعتها كبيرة جدًا	من الموجات الكهرومغناطيسية
ب	من الموجات الكهرومغناطيسية	نواة ذرة الهيليوم
ج	من الموجات الكهرومغناطيسية	قدرته على النفاذ متوسطة
د	سرعتها كبيرة جدًا	لا تتأثر بالمجال الكهربى



٦ كل مما يأتى من تفاعلات الاندماج النووى، عدا ....

ⓐ $^{2}_{1}H + ^{3}_{1}H \longrightarrow ^{4}_{2}He + ^{1}_{0}n$

ⓑ $^{2}_{1}H + ^{2}_{1}H \longrightarrow ^{3}_{2}He + ^{1}_{0}n$

ⓒ $^{2}_{1}H + ^{2}_{1}H \longrightarrow ^{4}_{2}He$

ⓓ $^{14}_{7}N + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{14}_{6}C + ^{1}_{1}H$

٧ من وسائل قتل الخلايا السرطانية، غرس إبر فيها تحتوى على نظير ....

Ⓐ الراديوم 226 الذى يشع جسيمات ألفا.

Ⓑ الكوبلت 60 الذى يشع أشعة جاما.

Ⓒ السيزيوم 137 الذى يشع أشعة جاما.

Ⓓ السترانشيوم 90 الذى يشع جسيمات بيتا.

٨ تعتمد فكرة عمل القنبلة الانشطارية على ....

Ⓐ استخدام كمية من اليورانيوم 238 أكبر من الحجم الحرج.

Ⓑ حدوث تفاعل متسلسل لنظير اليورانيوم 235

Ⓒ وضع قضبان من الكادميوم بين قضبان اليورانيوم 235

Ⓓ حدوث تفاعل انشطارى بمعدل سريع يؤدى إلى انفجار ذرات اليورانيوم 238

٩ أسهم كل العلماء الآتيين فى وصف تركيب الذرة، عدا العالم ....

Ⓐ أينشتين. Ⓑ رذرفورد. Ⓒ بور. Ⓓ شادويك.

١٠ إذا علمت أن كتلة النيوترون = 1.00866 u وكتلة البروتون = 1.00728 u وطاقة الترابط النووى لكل نيوكلون فى نواة السيليكون $^{28}_{14}Si$ تساوى 8.21275 MeV ما قيمة الكتلة الفعلية لنواة نظير السيليكون 28 ؟ ....

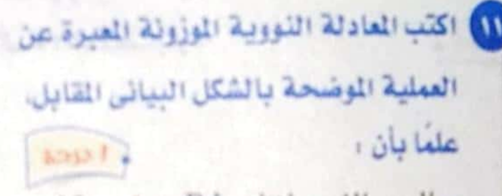
ⓐ 28.22316 u

ⓑ 27.97616 u

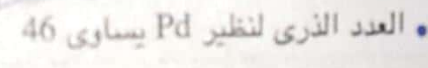
ⓒ 229.957 u

ⓓ 279.7616 u

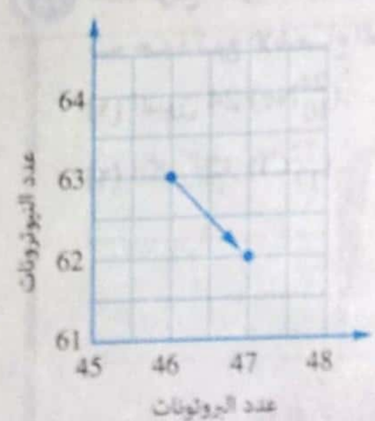
١١ اكتب المعادلة النووية الموزونة المعبرة عن العملية الموضحة بالشكل البيانى المقابل، علمًا بأن :



- العدد الذرى لنظير Pd يساوى 46



- العدد الذرى لنظير Ag يساوى 47



....

....

....

....

الكتلة الذرية النسبية	النسبة المئوية فى الطبيعة	النظير
23.985 u	78.99%	$^{24}_{12}Mg$
24.986 u	10%	$^{25}_{12}Mg$
25.983 u	11.01%	$^{26}_{12}Mg$

١٢ من الجدول المقابل، (١ درجة)

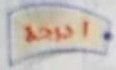
احسب الكتلة الذرية لعنصر الماغنسيوم Mg

....

....

....

....



١٣ **ما الكتلة المتبقية** من 400 g من عينة مشعة بعد مرور 5 فترات عمر نصف عليها ؟

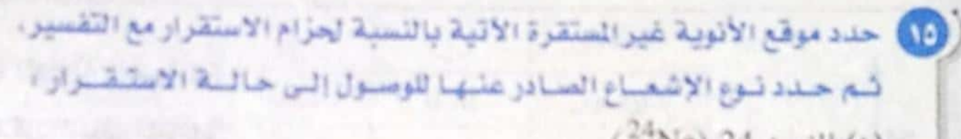
....

....

....

....

١٤ فى التفاعل النووى :



$^{60}_{27}Co \longrightarrow ^{60}_{28}Ni + ^{0}_{-1}e$

إذا كان الفرق بين كتلة النواتج والمتفاعلات يساوى 0.003 g (١ درجة)

احسب كمية الطاقة الناتجة مقدرة بوحدة الجول (J).

....

....

١٥ حدد موقع الأنوية غير المستقرة الآتية بالنسبة لحزام الاستقرار مع التفسير، (٢ درجة)

ثم حدد نوع الإشعاع الصادر عنها للوصول إلى حالة الاستقرار :

(١) النيون 24 ($^{24}_{10}Ne$).

(٢) الكلور 32 ($^{32}_{17}Cl$).

....

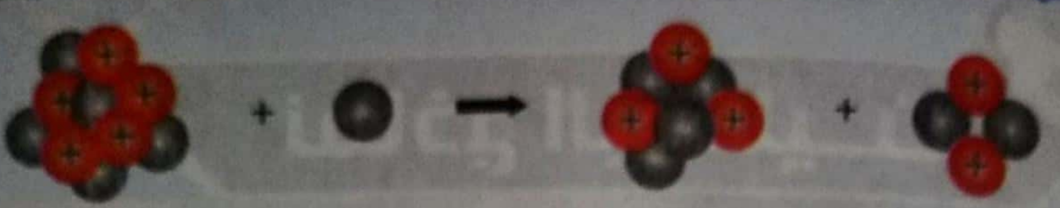
....

....

....

....

١٦ الشكل التالى يعبر عن عملية تحول عنصرى : ٢ درجة



(١) اكتب المعادلة النووية الموزونة المعبرة عن التفاعل الحادث.

....

....

(٢) هل النواة الوليدة مستقرة أم غير مستقرة ؟ مع التفسير.

....

....

١٧ استخدم العناصر و النظائر الآتية فى كتابة معادلتين مختلفتين تعبران تعبيرًا صحيحًا عن تفاعلين نوويين، «يمكن استخدام بعض العناصر والنظائر أكثر من مرة». ٢ درجة

$^{17}_{8}O$	$^{14}_{7}N$	$^{4}_{2}He$	$^{3}_{2}He$	$^{2}_{1}H$	$^{1}_{1}H$

....

....

....

....

